

Wasis • Sugeng Yuli Irianto



# Ilmu Pengetahuan Alam

*SMP dan MTs Kelas VII*



1



PUSAT PERBUKUAN  
Departemen Pendidikan Nasional

- Wasis
- Sugeng Yuli Irianto

# Ilmu Pengetahuan Alam

*SMP dan MTs Kelas VII*



1





# Ilmu Pengetahuan Alam

*Jilid 1 untuk SMP dan MTs Kelas VII*

Penulis : Wasis  
Sugeng Yuli Irianto  
Ilustrasi, Tata Letak : Tim Dept. Grafis  
Perancang Kulit : Alfianto Subandi

Ukuran Buku : 20,5 x 28 cm

500.7

WAS WASIS

i

Ilmu pengetahuan alam 1 : SMP/MTs kelas VII/ Wasis, Sugeng Yuli Irianto

-- Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

vii, 264 hlm.; illus; 28 Cm.

Bibliografi. : hlm. 261-262

Indeks. hlm 263-264

ISBN 979-462-967-7

1. Sains- Studi dan Pengajaran I. Judul

II. Wasis III. Irianto, Sugeng Yuli

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan  
Departemen Pendidikan Nasional  
Tahun 2008

Diperbanyak oleh ...

# Kata Sambutan

kata sambutan

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui *website* Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 34 Tahun 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional tersebut, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga peserta didik dan pendidik di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Selanjutnya, kepada para peserta didik kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Juli 2008  
Kepala Pusat Perbukuan





# Kata Pengantar

kata pengantar

Puji syukur kami panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan buku Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) untuk SMP dan MTs ini.

Saat ini kita hidup dalam abad globalisasi dan teknologi informasi. Perubahan yang cepat dan dramatis dalam bidang ini merupakan fakta dalam kehidupan kita sehari-hari. Nah, bagaimanakah upayamu agar dapat berperan di era globalisasi dan teknologi ini? Salah satu yang harus kamu miliki adalah kemampuan di bidang Ilmu Pengetahuan Alam (Sains), karena IPA merupakan salah satu kunci dalam menyesuaikan diri dengan perubahan dan memasuki dunia teknologi, termasuk teknologi informasi.

Buku ini disajikan dengan bahasa yang sederhana untuk memudahkan kamu mempelajari konsep, prinsip, hukum dan teori IPA serta keterkaitannya dan penerapannya. Pada awal setiap bab diberikan peta konsep dan kata kunci untuk memudahkan kamu dalam memahami dan mengingat kata-kata penting dalam bab tersebut.

Buku ini juga dilengkapi dengan latihan soal untuk mereview pemahamanmu tentang materi yang telah dipelajari. Dalam kegiatan laboratorium kamu akan belajar mengembangkan kemampuan ilmiah. Kamu juga akan menemukan info-info sains untuk menunjang pengetahuanmu sehingga kamu dapat mengembangkan kemampuan intelektualmu.

Semoga kamu dapat memanfaatkan buku ini demi kemaslahatan dan kemajuan bersama serta memberikan sumbangan yang berarti bagi bangsa dan negara.

Maret 2008

Penyusun

# Sistematika Buku

Bab-bab dalam buku ini disusun dengan sistematika yang unik, sehingga mempermudah siswa dalam mempelajari materi yang disajikan. Sistematika buku ini adalah sebagai berikut.

## 1. Awal bab

Setiap bab diawali dengan ilustrasi baik gambar maupun aktivitas yang relevan dengan isi bab yang akan dipelajari. Selain ilustrasi, juga dipaparkan tujuan pembelajaran yang disesuaikan dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar yang harus dicapai siswa.

## 2. Peta konsep

Berisi konsep-konsep dari materi yang akan dipelajari serta hubungan antarkonsep.

## 3. Kata kunci

Berisi kata-kata penting yang menjadi kunci pembahasan dalam bab tersebut.

## 4. Kegiatan

Berisi percobaan atau pengamatan untuk membuktikan kebenaran konsep atau menemukan konsep yang baru.

## 5. Tugas

Berisi kegiatan atau analisis yang harus dilakukan untuk memecahkan suatu masalah.

## 6. Latihan

Berisi soal-soal untuk menguji kemampuan siswa dalam memahami materi yang telah dipelajari.

## 7. Info sains

Berisi informasi yang berkaitan dengan materi yang dibahas. Informasi ini bermanfaat untuk menambah wawasan siswa.

## 8. Tokoh

Berisi riwayat hidup tokoh-tokoh yang berjasa mengembangkan ilmu pengetahuan. Diharapkan akan menambah motivasi siswa untuk berkarya seperti mereka.

## 9. Rangkuman

Berisi pokok-pokok pembicaraan di dalam bab yang telah selesai dipelajari.

## 10. Latih kemampuan

Berisi soal-soal untuk melatih kemampuan siswa dalam menguasai materi dalam bab yang telah dipelajari.

## 11. Wacana sains

Berisi pengetahuan tambahan yang relevan dengan materi yang telah dipelajari guna memperluas wawasan siswa.

## 12. Latihan semester

Berisi soal-soal pilihan ganda dan uraian untuk menguji pemahaman materi yang telah dipelajari siswa selama satu semester.

## 13. Glosarium

Berisi daftar kata-kata sulit yang dijumpai di dalam buku. Glosarium dapat kamu gunakan sebagai pegangan atau semacam kamus dalam mempelajari materi.

## 14. Indeks

Berisi kata-kata atau istilah penting yang disertai dengan nomor halaman tempat kata atau istilah tersebut muncul. Melalui indeks, kamu dapat dengan cepat menemukan hal-hal yang sedang dicari.

# Daftar Isi

Kata Pengantar .....	v
Sistematika Buku .....	vi
Daftar Isi .....	vii

## Semester I

<b>Bab I</b>	<b>Besaran dan Pengukuran .....</b>	<b>3</b>
	A. Besaran dan Satuan .....	5
	B. Melakukan Pengukuran .....	12
	C. Suhu dan Pengukurannya .....	14
	<b>Latih Kemampuan 1 .....</b>	<b>25</b>
	<b>Wacana Sains .....</b>	<b>26</b>
<b>Bab II</b>	<b>Klasifikasi Zat .....</b>	<b>27</b>
	A. Asam, Basa, dan Garam .....	29
	B. Unsur dan Rumus Kimia .....	37
	C. Membandingkan Sifat Unsur, Senyawa, dan Campuran .....	48
	<b>Latih Kemampuan 2 .....</b>	<b>54</b>
	<b>Wacana Sains .....</b>	<b>55</b>
<b>Bab III</b>	<b>Wujud Zat dan Perubahannya .....</b>	<b>57</b>
	A. Sifat Zat Berdasarkan Wujudnya .....	59
	B. Massa Jenis Zat .....	65
	C. Pemuaian .....	69
	D. Kalor dan Peranannya .....	77
	<b>Latih Kemampuan 3 .....</b>	<b>97</b>
	<b>Wacana Sains .....</b>	<b>99</b>
<b>Bab IV</b>	<b>Perubahan Fisika dan Kimia .....</b>	<b>101</b>
	A. Sifat Fisika dan Sifat Kimia .....	103
	B. Metode-Metode Pemisahan Campuran .....	108
	C. Proses Pengolahan Air .....	112
	D. Perubahan Materi .....	114
	E. Reaksi Kimia .....	121
	<b>Latih Kemampuan 4 .....</b>	<b>132</b>
	<b>Wacana Sains .....</b>	<b>133</b>
	<b>Latihan Semester I .....</b>	<b>135</b>

## Semester II

<b>Bab V</b>	<b>Gerak Lurus .....</b>	<b>139</b>
	A. Pengertian Gerak .....	141
	B. Gerak Lurus Beraturan .....	145
	C. Gerak Lurus Berubah Beraturan .....	148
	<b>Latih Kemampuan 5 .....</b>	<b>155</b>
	<b>Wacana Sains .....</b>	<b>158</b>



<b>Bab VI</b>	<b>Gejala Alam dan Kerja Ilmiah .....</b>	<b>159</b>
A.	Mengamati Gejala Alam Biotik dan Abiotik .....	161
B.	Keterampilan Kerja Ilmiah .....	167
C.	Metode Ilmiah .....	171
D.	Mengomunikasikan Hasil Penelitian .....	173
E.	Mikroskop dan Cara Penggunaannya .....	175
F.	Pembuatan Preparat .....	177
G.	Keselamatan Kerja .....	178
	<b>Latih Kemampuan 6 .....</b>	<b>182</b>
	<b>Wacana Sains .....</b>	<b>184</b>
<b>Bab VII</b>	<b>Keanekaragaman Makhluk Hidup .....</b>	<b>185</b>
A.	Ciri-Ciri Makhluk Hidup .....	187
B.	Keanekaragaman dan Klasifikasi Makhluk Hidup .....	192
C.	Tata Nama Ilmiah dan Kunci Determinasi .....	201
D.	Organisasi Kehidupan .....	204
	<b>Latih Kemampuan 7 .....</b>	<b>213</b>
	<b>Wacana Sains .....</b>	<b>214</b>
<b>Bab VIII</b>	<b>Ekosistem dan Pelestarian Sumber Daya Hayati .....</b>	<b>215</b>
A.	Komponen Penyusun Ekosistem .....	217
B.	Tingkat Organisasi dalam Ekosistem .....	221
C.	Keseimbangan Ekosistem .....	223
D.	Hubungan Saling Ketergantungan .....	224
E.	Jenis-Jenis Interaksi Antarorganisme .....	226
F.	Pentingnya Menjaga Kelestarian Keanekaragaman Tumbuhan dan Hewan .....	228
	<b>Latih Kemampuan 8 .....</b>	<b>231</b>
	<b>Wacana Sains .....</b>	<b>232</b>
<b>Bab IX</b>	<b>Kependudukan dan Permasalahan Lingkungan .....</b>	<b>233</b>
A.	Dinamika Penduduk .....	235
B.	Dampak Kepadatan Penduduk Terhadap Lingkungan .....	240
C.	Kerusakan Lingkungan dan Upaya Mengatasinya .....	244
	<b>Latih Kemampuan 9 .....</b>	<b>251</b>
	<b>Wacana Sains .....</b>	<b>252</b>
	<b>Latihan Semester II .....</b>	<b>253</b>
	<b>Glosarium .....</b>	<b>255</b>
	<b>Kunci Jawaban .....</b>	<b>260</b>
	<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>261</b>
	<b>Indeks .....</b>	<b>263</b>



# Semester I





# Bab I

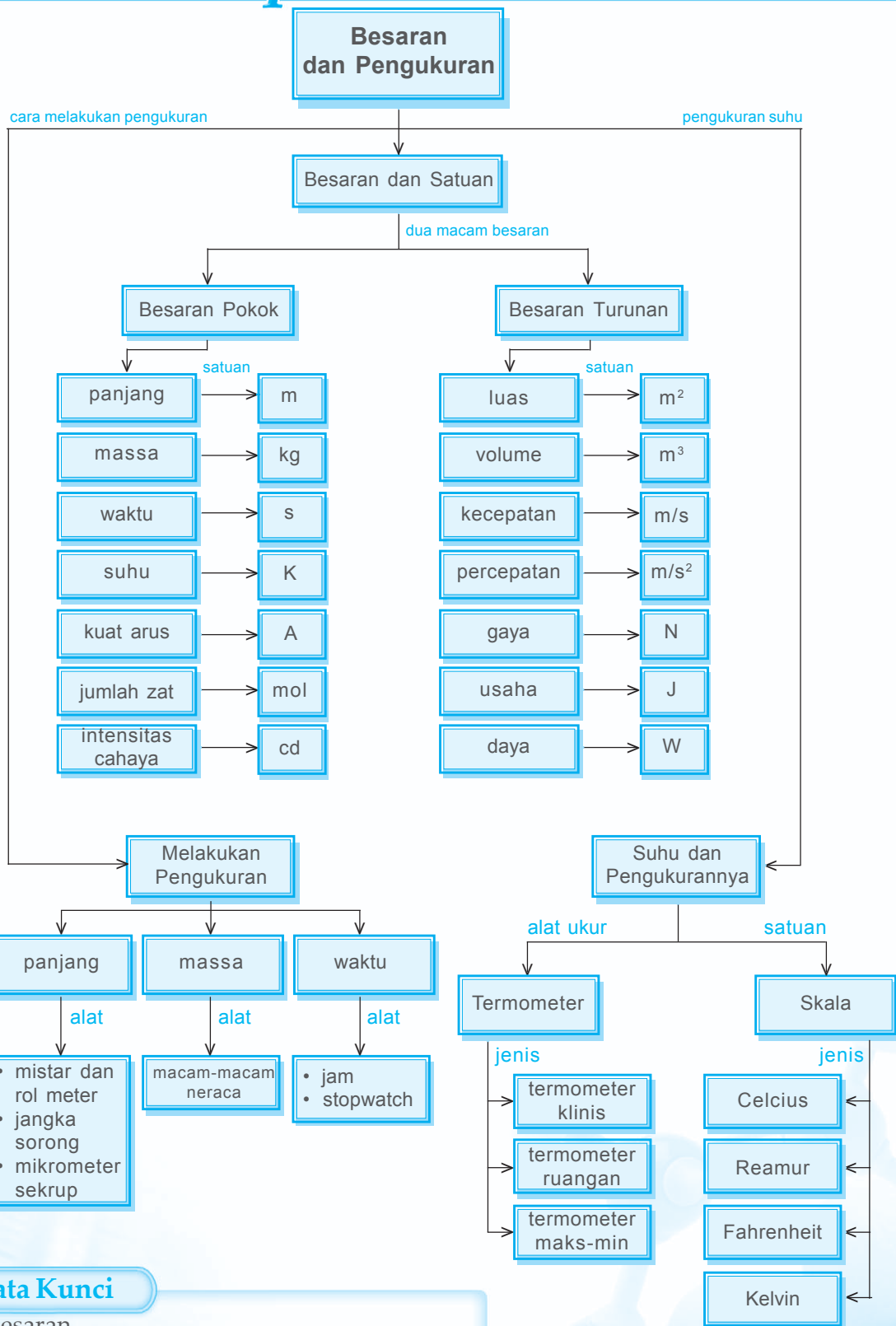
## Besaran dan Pengukuran



Penimbangan berat badan balita di Posyandu merupakan salah satu contoh pengukuran. Contoh pengukuran lainnya adalah pengukuran suhu badan yang dilakukan dokter ketika memeriksa pasien. Selain berat badan dan suhu, apa saja yang dapat diukur? Disebut apakah sesuatu yang dapat diukur? Bagaimana prosedur melakukan pengukuran dengan alat yang tepat?

Mari memahami prosedur ilmiah untuk mempelajari benda-benda alam dengan menggunakan peralatan. Dalam pembelajaran bab ini, kamu dapat mendeskripsikan besaran pokok dan besaran turunan beserta satuannya, melakukan pengukuran secara teliti dengan alat ukur yang sesuai dan sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, serta mendeskripsikan pengertian suhu dan pengukurannya.

# Peta Konsep



## Kata Kunci

- besaran
- pengukuran
- satuan





## A. Besaran dan Satuan

Dalam Ilmu Pengetahuan Alam atau Sains, kamu akan banyak berhubungan dengan besaran-besaran hasil pengukuran yang dipakai untuk menyatakan hasil pengamatan atau hukum-hukum Fisika, seperti panjang, massa, waktu, suhu, dan gaya. Beberapa di antara kata-kata itu mungkin biasa kamu gunakan dalam percakapan sehari-hari. Misalnya, "Sepanjang ingatanku, dia tidak pernah bergaya seperti itu."

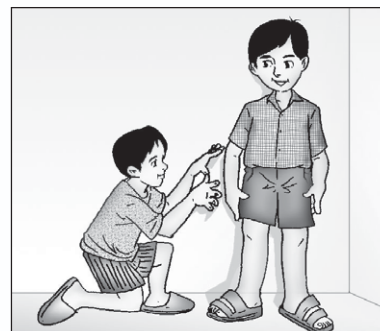
Kata-kata panjang atau gaya yang dikaitkan dengan besaran-besaran fisis memerlukan pengertian yang tepat dan jelas, lain dengan penggunaan dalam bahasa sehari-hari. Dalam Sains, pengertian panjang atau gaya sama sekali tidak ada kaitannya dengan contoh kutipan pada percakapan di atas.

### 1. Pengertian Mengukur

Kamu mungkin sering mendapatkan pertanyaan seperti berapakah tinggi badanmu, berapa suhu tubuhmu, berapa lama kamu belajar, dan sebagainya. Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut dengan tepat, apa yang harus kamu lakukan? Tentunya kamu harus mengukur tinggi badan, suhu tubuh, dan lama kamu belajar. Nah, tahukah kamu apakah sebenarnya pengertian pengukuran itu?

Pada zaman dahulu, orang-orang menggunakan anggota tubuhnya untuk mengukur besaran panjang. Misalnya, bangsa Mesir Kuno mendefinisikan standar besaran panjang sebagai jarak dari siku sampai ke ujung jari yang disebut **cubit** atau **hasta**. Bangsa Eropa menggunakan standar besaran panjang sebagai jarak dari ujung ibu jari kaki sampai ke pangkal kaki yang disebut **kaki** (*foot*). Di Indonesia, untuk mengukur besaran panjang biasa menggunakan satuan **jengkal**, **hasta**, atau **depa**.

Menurutmu, dapatkan anggota tubuh dijadikan sebagai standar ukuran besaran panjang? Mari mencari tahu jawabannya melalui **Kegiatan 1.1**!

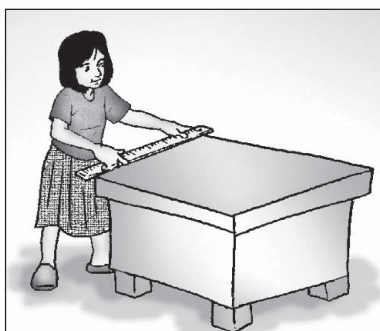


**Gambar 1.1** Mengukur tinggi dengan satuan tidak baku (jengkal).

### Kegiatan 1.1

#### Pengukuran

1. Ukurlah panjang meja dengan menggunakan tanganmu! Berapa jengkal panjang meja?
2. Ukurlah panjang meja dengan menggunakan tangan teman sebangkumu! Berapa jengkal panjang meja?
3. Ukurlah panjang meja dengan menggunakan mistarmu! Berapa centimeter panjang meja?
4. Ukurlah panjang meja dengan menggunakan mistar temanmu! Berapa centimeter panjang meja?
5. Apakah yang dapat kamu simpulkan? Tuliskan beserta penjelasan dalam buku tugasmu!



**Gambar 1.2** Mengukur panjang meja dengan satuan baku (penggaris berskala centimeter).

Dari **Kegiatan 1.1**, ternyata hasil pengukuran dengan menggunakan anggota tubuh antara kamu dan teman sebangkumu berbeda. Hal ini disebabkan panjang lengan setiap orang berbeda-beda. Oleh karena itu diperlukan suatu alat ukur yang selalu tetap dan tidak boleh berubah. Mistar merupakan contoh alat ukur sederhana yang memiliki panjang yang tetap.

Contoh pengukuran dengan mistar ditunjukkan pada **Gambar 1.2**. Jika panjang meja tersebut adalah 100 cm, maka berarti kamu telah membandingkan panjang meja sebagai besaran yang diukur dengan satuan centimeter sebagai besaran pembanding.

Dari contoh tersebut kamu dapat mendefinisikan bahwa **pengukuran** adalah proses membandingkan suatu besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang ditentukan sebagai satuan. Pada **Kegiatan 1.1** juga menunjukkan bahwa segala sesuatu yang dapat diukur memiliki satuan. **Satuan** adalah besaran pembanding yang digunakan dalam pengukuran. Sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka disebut **besaran**.

Dapatkah kamu menyebutkan contoh-contoh besaran? Panjang, massa, waktu, dan suhu termasuk besaran karena dapat diukur dan mempunyai nilai yang dinyatakan dalam angka. Akan tetapi keindahan, kecantikan, atau kebaikan tidak termasuk besaran karena tidak dapat diukur dan tidak dapat dinyatakan dalam angka.

## 2. Besaran Pokok dan Besaran Turunan

Tahukah kamu apakah besaran pokok itu? **Besaran pokok** adalah besaran yang dipakai untuk menentukan besaran-besaran yang lain. Ada tujuh besaran pokok, yaitu panjang, massa, waktu, kuat arus listrik, suhu, jumlah zat, dan intensitas cahaya.

Besaran pokok dan satuannya menurut *International Systems of Units* atau sistem satuan internasional (disingkat SI) dapat dilihat pada **Tabel 1.1**.

**Tabel 1.1** Besaran pokok dan satuannya.

Besaran	Satuan	Lambang Satuan
panjang	meter	m
massa	kilogram	kg
waktu	sekon	s
kuat arus listrik	ampere	A
suhu	kelvin	K
jumlah zat	mol	mol
intensitas cahaya	kandela	cd

Besaran yang diturunkan dari besaran pokok disebut **besaran turunan**. Besaran turunan yang telah kamu kenal di SD antara lain volume, luas, dan kecepatan. Contoh besaran turunan dan satuannya dapat dilihat pada **Tabel 1.2**.

**Tabel 1.2** Contoh besaran turunan dan satuannya.

Besaran	Lambang	Satuan
luas	$L$	$\text{m}^2$
volume	$V$	$\text{m}^3$
kecepatan	$v$	$\text{m/s}$ atau $\text{m.s}^{-1}$
percepatan	$a$	$\text{m/s}^2$ atau $\text{m.s}^{-2}$
gaya	$F$	$\text{kg.m/s}^2$ atau $\text{kg.m.s}^{-2}$
usaha	$W$	$\text{kg.m}^2/\text{s}^2$ atau $\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$
daya	$P$	$\text{kg.m}^2/\text{s}^3$ atau $\text{kg.m}^2.\text{s}^{-3}$

### Tugas 1.1

Carilah 10 contoh besaran turunan lain disertai dengan satuannya!

## 3. Satuan Internasional

Penggunaan satuan yang tidak seragam antara satu daerah dengan daerah lainnya dapat menimbulkan kesulitan. Kesulitan-kesulitan itu antara lain sebagai berikut.

- Tidak adanya kesamaan hasil pengukuran. Hal ini diakibatkan karena besarnya anggota tubuh setiap orang berbeda.
- Menimbulkan masalah ketika ingin beralih dari satu satuan ke satuan lainnya. Misalnya, ketika kamu ingin beralih dari satuan depa ke satuan jengkal akan timbul kesulitan akibat tidak adanya aturan yang mengatur konversi satuan-satuan tersebut.

Untuk mengatasi kesulitan-kesulitan tersebut, muncul gagasan menggunakan satuan standar pada besaran-besaran yang sering digunakan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi. Satuan standar harus memenuhi syarat-syarat seperti berikut.

- Satuan yang ditetapkan tidak akan mengalami perubahan oleh pengaruh apapun.
- Satuan yang ditetapkan harus berlaku di semua tempat dan setiap saat.
- Satuan yang ditetapkan harus mudah ditiru.

Mungkin kamu bertanya, siapakah yang melakukan pemilihan satuan standar? Pemilihan satuan standar dilakukan oleh Lembaga Berat dan Ukuran Internasional yang didirikan



tahun 1875 dan berkedudukan di Prancis. Badan ini secara berkala melakukan konferensi internasional mengenai berat dan ukuran.

Sampai saat ini, ada dua jenis satuan yang masih digunakan, yaitu **sistem Inggris** dan **sistem Metrik**. Dalam sistem Inggris dikenal *foot*, *pound*, dan *second* (biasa disingkat FPS). Sedangkan sistem Metrik ini dibagi dua, yaitu **MKS** (meter, kilogram, sekon) dan **CGS** (centimeter, gram, sekon). Agar lebih jelas, mari perhatikan **Tabel 1.3**!

**Tabel 1.3** Sistem satuan dari besaran panjang, massa, dan waktu.

Besaran	Sistem Satuan		
	Sistem Inggris	Sistem Metrik	
		MKS	CGS
panjang	kaki ( <i>foot</i> )	meter (m)	centimeter (cm)
massa	pon ( <i>pound</i> )	kilogram (kg)	gram (g)
waktu	sekon ( <i>second</i> )	sekon (s)	sekon (s)

Untuk mengonversi satuan sistem Metrik ke satuan sistem Inggris digunakan konversi seperti berikut.

1 cm = 0,3937 inci  
 1 meter = 3,281 ft (kaki)  
 1 meter = 1,094 yard  
 1 ft (kaki) = 12 inchi  
 1 yard = 3 ft

### Contoh

Konversikan satuan-satuan berikut!

- 50 cm = ... inci
- 5 m = ... ft

**Jawab:**

- $50 \text{ cm} = 50 \times 0,3937 \text{ inci} = 19,685 \text{ inci}$
- $5 \text{ m} = 5 \times 3,281 \text{ ft} = 16,405 \text{ ft}$

Agar kamu lebih memahami penggunaan satuan internasional dalam pengukuran, kerjakan tugas berikut ini.

### Tugas 1.2

Lakukanlah pengukuran terhadap besaran-besaran panjang untuk benda-benda yang ada di sekitarmu seperti panjang meja, panjang buku tulis, panjang pensil, dan tinggi temanmu! Nyatakan dalam satuan SI, kemudian ubahlah ke dalam satuan sistem Inggris!

## Latihan 1.1

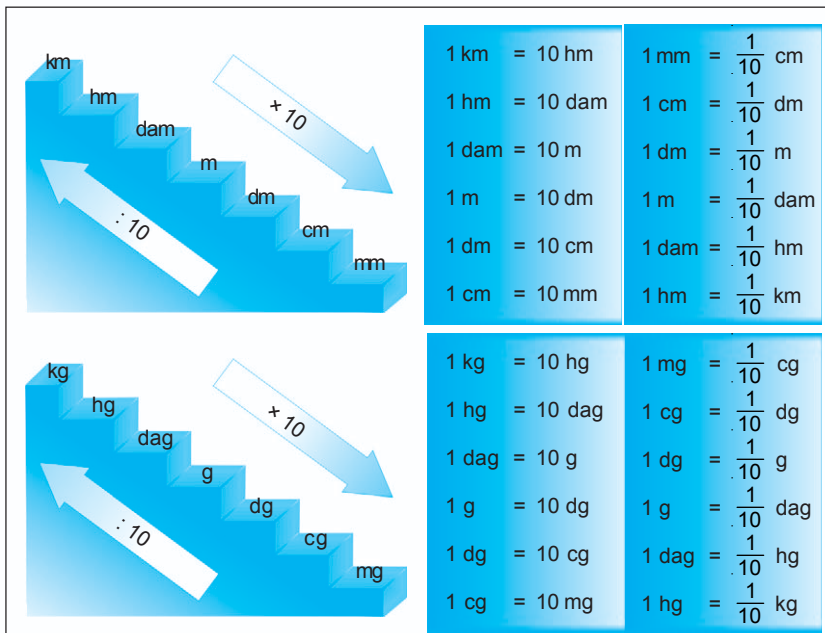
1. Apakah pengukuran itu?
2. Jelaskan pengertian besaran dan satuan!
3. Jelaskan syarat-syarat yang harus dimiliki satuan standar!
4. Tuliskan besaran-besaran tidak baku yang ada di daerahmu!
5. Konversikan satuan-satuan di bawah ini!
  - a. 100 cm = .... inci
  - b. 2 m = .... foot
  - c. 10 m = .... inci
  - d. 20 inci = .... cm
  - e. 500 ft = .... m
  - f. 300 yard = .... m

## 4. Konversi Satuan

Tahukah kamu berapa jarak antara kota Bandung dan kota Jakarta? Berapakah tebal buku ini? Satuan apakah yang digunakan untuk mengukur jarak kota Bandung dan kota Jakarta serta tebal buku? Jarak antara kota Bandung dan Jakarta sekitar 500 km, sedangkan tebal buku ini sekitar 3 cm. Tahukah kamu apakah hubungan antara satuan km dan cm?

### a. Mengonversi Satuan Panjang, Massa, dan Waktu

Pada kehidupan sehari-hari adakalanya kamu harus mengonversi satuan panjang, satuan massa, dan satuan waktu. Bagaimana cara mengonversi satuan-satuan tersebut? Satuan panjang antara lain sentimeter (cm), meter (m), dan kilometer (km). Sedangkan satuan berat antara lain gram (g) dan kilogram (kg). Untuk mengonversi satuan-satuan tersebut diperlukan faktor pengali satuan. Untuk lebih jelasnya, perhatikan tangga konversi besaran panjang dan massa pada **Gambar 1.3**.



**Gambar 1.3** Konversi satuan panjang dan massa.

Seperti pada besaran panjang dan massa, besaran waktu juga memiliki beberapa satuan yang dapat saling dikonversikan. Satuan-satuan besaran waktu antara lain jam, menit, dan detik. Bagaimana cara mengonversi satuan-satuan tersebut?

$$1 \text{ jam} = 60 \text{ menit} \quad \text{atau} \quad 1 \text{ menit} = \frac{1}{60} \text{ jam}$$

$$1 \text{ menit} = 60 \text{ sekon} \quad \text{atau} \quad 1 \text{ sekon} = \frac{1}{60} \text{ menit}$$

$$1 \text{ jam} = 3.600 \text{ sekon} \quad \text{atau} \quad 1 \text{ sekon} = \frac{1}{3.600} \text{ jam}$$

### Contoh

Konversikan satuan-satuan berikut!

- 2,5 km = ... m
- 1.500 cm = ... m
- 2.000 g = ... kg
- 4,25 g = ... mg
- 1,5 jam = ... menit
- 360 sekon = ... menit

**Jawab:**

$$a. \quad 2,5 \text{ km} = 2,5 \times 1.000 \text{ m} = 2.500 \text{ m}$$

$$b. \quad 1.500 \text{ cm} = 1.500 \times \frac{1}{100} \text{ m} = 15 \text{ m}$$

$$c. \quad 2.000 \text{ g} = 2.000 \times \frac{1}{1.000} \text{ kg} = 2 \text{ kg}$$

$$d. \quad 4,25 \text{ g} = 4,25 \times 1.000 \text{ mg} = 4.250 \text{ mg}$$

$$e. \quad 1,5 \text{ jam} = 1,5 \times 60 \text{ menit} = 90 \text{ menit}$$

$$f. \quad 360 \text{ sekon} = 360 \times \frac{1}{60} \text{ menit} = 6 \text{ menit}$$

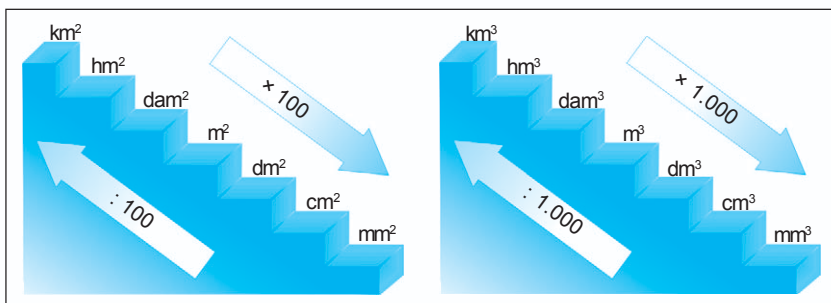
### b. Mengonversi Satuan Besaran Turunan

Contoh besaran turunan adalah luas dan volume. Bagaimana menentukan luas papan tulis? Berapakah volume air dalam suatu bak mandi yang penuh?

Luas merupakan besarnya suatu daerah bidang. Luas dapat diperoleh dengan mengalikan antara dua besaran pokok panjang (panjang dan lebar atau alas dan tinggi). Oleh karena luas merupakan turunan dari besaran panjang, maka satuannya juga diturunkan dari besaran panjang. Satuan luas yang sering dipakai dalam kehidupan sehari-hari antara lain  $\text{km}^2$ ,  $\text{m}^2$ , dan  $\text{cm}^2$ .

Volume dapat diartikan sebagai besarnya suatu ruang. Volume suatu balok dapat diperoleh dengan cara mengalikan tiga besaran pokok panjang (panjang, lebar, dan tinggi). Satuan volume antara lain  $\text{cm}^3$ ,  $\text{m}^3$ , dan  $\text{km}^3$ .

Untuk memahami cara mengonversi satuan luas dan volume, mari perhatikan tangga konversi pada **Gambar 1.4**.



**Gambar 1.4** Tangga konversi satuan luas dan volume.

### Contoh

Konversikan satuan-satuan berikut!

- $1,5 \text{ m}^2 = \dots \text{ cm}^2$
- $300 \text{ mm}^2 = \dots \text{ cm}^2$
- $2.000 \text{ dm}^3 = \dots \text{ m}^3$
- $1,5 \text{ cm}^3 = \dots \text{ mm}^3$

**Jawab:**

- $1,5 \text{ m}^2 = 1,5 \times 10.000 \text{ cm}^2 = 15.000 \text{ cm}^2$
- $300 \text{ mm}^2 = 300 \times \frac{1}{100} \text{ cm}^2 = 3 \text{ cm}^2$
- $2.000 \text{ dm}^3 = 2.000 \times \frac{1}{1.000} \text{ m}^3 = 2 \text{ m}^3$
- $1,5 \text{ cm}^3 = 1,5 \times 1.000 \text{ mm}^3 = 1.500 \text{ mm}^3$

### Latihan 1.2

- Konversikan satuan panjang dan massa berikut!
  - $2,7 \text{ km} = \dots \text{ m}$
  - $4.500 \text{ m} = \dots \text{ km}$
  - $3,2 \text{ m} = \dots \text{ cm}$
  - $162 \text{ mm} = \dots \text{ m}$
  - $200 \text{ dm} = \dots \text{ dam}$
  - $4,5 \text{ kg} = \dots \text{ g}$
  - $4.500 \text{ mg} = \dots \text{ g}$
  - $320 \text{ cg} = \dots \text{ dag}$
  - $3,3 \text{ kg} = \dots \text{ hg}$
  - $1,5 \text{ dg} = \dots \text{ mg}$
- Konversikan satuan waktu berikut!
  - $4,5 \text{ jam} = \dots \text{ menit}$
  - $600 \text{ menit} = \dots \text{ jam}$
  - $2,5 \text{ menit} = \dots \text{ sekon}$
  - $7.200 \text{ sekon} = \dots \text{ jam}$
  - $300 \text{ sekon} = \dots \text{ menit}$
- Konversikan besaran turunan luas dan volume berikut!
  - $4 \text{ m}^2 = \dots \text{ cm}^2$
  - $2.500 \text{ cm}^2 = \dots \text{ m}^2$
  - $8 \text{ dm}^2 = \dots \text{ cm}^2$
  - $10,5 \text{ km}^2 = \dots \text{ m}^2$
  - $2.500 \text{ hm}^2 = \dots \text{ m}^2$
  - $7.500 \text{ cm}^3 = \dots \text{ dm}^3$
  - $5,25 \text{ m}^3 = \dots \text{ dm}^3$
  - $400 \text{ mm}^3 = \dots \text{ cm}^3$
  - $20,5 \text{ dam}^3 = \dots \text{ m}^3$
  - $10.000 \text{ m}^3 = \dots \text{ hm}^3$
- Sebuah buku tulis mempunyai panjang 20 cm dan lebar 25 cm. Berapa  $\text{dm}^2$  luas buku tulis tersebut?
- Sebuah bak mandi berbentuk balok mempunyai panjang 1,5 m, lebar 75 cm, dan tinggi 100 cm. Berapa liter air yang diperlukan jika bak mandi tersebut diisi air sampai penuh? ( $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ liter}$ )





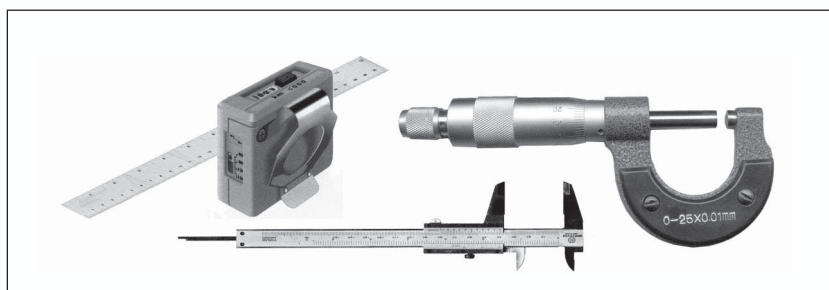
## B. Melakukan Pengukuran

Setelah mengenal definisi pengukuran, sekarang akan kamu pelajari bagaimana cara melakukan pengukuran besaran panjang, massa, dan waktu dengan alat ukur yang sesuai dan cara yang benar.

### 1. Melakukan Pengukuran Panjang

Pernahkah kamu melihat tukang kayu, tukang kunci, atau tukang jam melakukan pengukuran besaran panjang? Alat apa yang mereka gunakan?

Tukang kayu biasa menggunakan mistar dan rol meter untuk mengukur balok-balok kayu, sedangkan tukang kunci dan tukang jam menggunakan jangka sorong dan mikrometer sekrup dalam pekerjaan mereka. Alat-alat pengukuran panjang tersebut ditunjukkan pada **Gambar 1.5**.



**Gambar 1.5** Alat-alat pengukuran panjang.

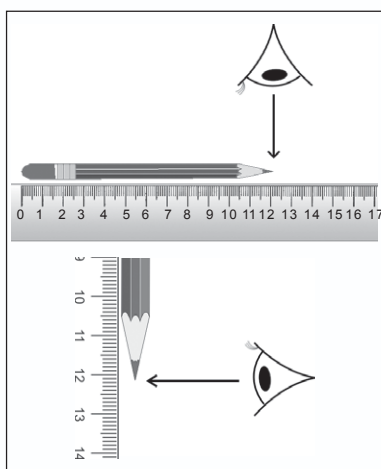
Tahukah kamu, bagaimana cara mengukur panjang yang benar dengan alat-alat tersebut?

#### a. Pengukuran Panjang dengan Mistar dan Rol Meter

Pada mistar dan rol meter terdapat garis-garis yang menunjukkan skala pengukuran. Pada umumnya, terdapat dua skala pengukuran pada mistar, yaitu **sentimeter (cm)** dan **inci**. Pada skala sentimeter, jarak terdekat antara dua garis panjang yang berhimpit adalah sepuluh kali skala terkecil (milimeter).

Skala pengukuran terkecil pada mistar adalah 1 milimeter, sesuai dengan jarak garis terkecil yang terdapat pada skala penggaris. Mistar mempunyai tingkat ketelitian sebesar setengah dari skala terkecil yang dimiliki oleh mistar tersebut, yaitu 0,5 mm atau 0,05 cm.

Cara melakukan pengukuran panjang sebuah pensil dengan sudut pandang yang benar yang benar seperti ditunjukkan pada **Gambar 1.6** adalah sebagai berikut.



**Gambar 1.6** Cara mengukur panjang yang benar.

1. Tempatkan skala nol pada mistar sejajar dengan ujung benda.

- Perhatikan ujung benda yang lainnya, kemudian bacalah skala pada mistar yang sejajar dengan ujung benda tersebut.
- Untuk membaca skala pada mistar, matamu harus melihat tegak lurus dengan tanda garis skala yang akan kamu baca.

#### b. Pengukuran Panjang dengan Jangka Sorong

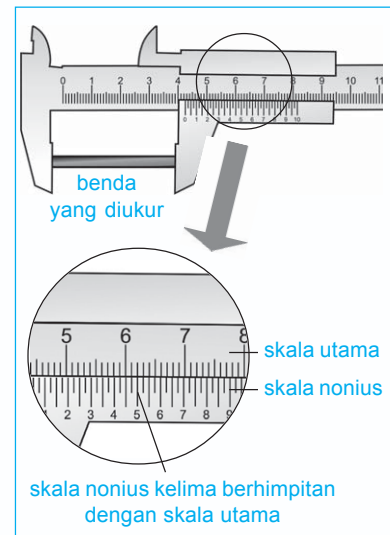
Pernahkah kamu melihat tukang kunci mengukur batang anak kunci? Tukang kunci tersebut menggunakan sebuah alat yang disebut **jangka sorong**. Disebut jangka sorong karena ujungnya mirip jangka yang dapat digeser (disorong). Menurutmu, apakah tukang kunci tersebut boleh mengukur anak kunci dengan mistar?

Ukuran anak kunci harus benar-benar sesuai dengan lubangnya, sehingga diperlukan tingkat ketelitian pengukuran yang lebih cermat. Dalam hal ini, alat ukur yang sesuai adalah jangka sorong.

Jangka sorong mempunyai dua jenis skala, yaitu **skala utama** dan **skala nonius** yang dapat digeser-geser. Satu bagian skala utama, panjangnya 1 mm. Panjang 10 skala nonius adalah 9 mm. Ini berarti 1 skala nonius (jarak antara dua garis skala nonius yang berdekatan) sama dengan 0,9 mm. Jadi, selisih skala utama dengan skala nonius adalah  $1 \text{ mm} - 0,9 \text{ mm} = 0,1 \text{ mm}$  atau 0,01 cm.

Contoh pengukuran menggunakan jangka sorong ditunjukkan pada **Gambar 1.7**. Diperoleh hasil pengukuran sebagai berikut.

Skala utama : 4,2 cm  
 Skala nonius : 0,05 cm  
 +  
 Pembacaan : 4,25 cm



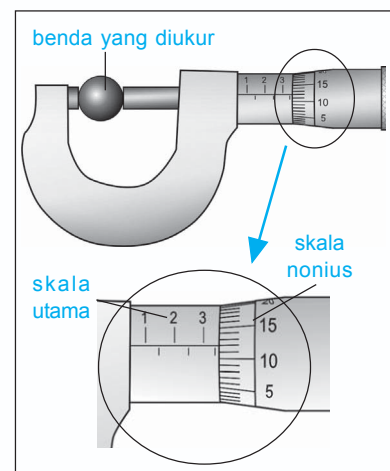
**Gambar 1.7** Pengukuran dengan jangka sorong.

#### b. Pengukuran Panjang dengan Mikrometer Sekrup

Sama halnya seperti jangka sorong, mikrometer sekrup mempunyai dua skala, yaitu skala utama dan skala nonius. Skala utama ditunjukkan oleh silinder pada lingkaran dalam, sedangkan skala nonius ditunjukkan oleh selubung pada lingkaran luar. Jika selubung lingkaran luar diputar satu kali lingkaran penuh, skala utama akan berubah 0,5 mm. Selubung luar terbagi menjadi 50 skala sehingga 1 skala pada selubung luar adalah  $0,5 \text{ mm} : 50 = 0,01 \text{ mm}$ , yang merupakan skala terkecil pada mikrometer sekrup.

Contoh pengukuran diameter gotri menggunakan mikrometer sekrup ditunjukkan pada **Gambar 1.8**. Diperoleh hasil pengukuran sebagai berikut.

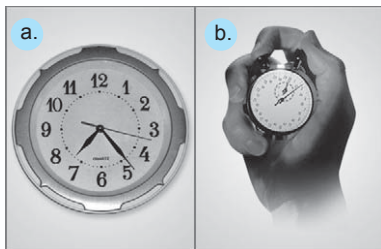
Skala utama : 3,5 mm  
 Skala nonius : 0,12 mm  
 +  
 Pembacaan : 3,62 mm = 0,362 cm



**Gambar 1.8** Pengukuran dengan mikrometer sekrup.



**Gambar 1.9** Macam-macam timbangan (neraca).



**Gambar 1.10** Alat pengukuran waktu.  
a. jam  
b. stopwatch

## 2. Melakukan Pengukuran Massa

Ketika menimbang berat (massa) badan, alat apakah yang kamu gunakan? Samakah dengan alat timbang yang digunakan oleh pedagang buah atau penjual emas?

Alat yang digunakan untuk mengukur besaran massa adalah **timbangan** atau **neraca**. Ada bermacam-macam jenis timbangan atau neraca seperti ditunjukkan pada **Gambar 1.9**. Timbangan manakah yang digunakan untuk mengukur berat (massa) badan? Timbangan mana yang digunakan untuk mengukur berat (massa) benda?

## 3. Melakukan Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu adalah menghitung lama suatu kejadian. Pelajaran di sekolah dimulai pukul 07.00 dan berakhir pada pukul 14.00. Berapa lama pelajaran di sekolah?

Pernahkah kamu melihat lomba lari atau balap sepeda? Petugas lomba biasanya mencatat waktu tempuh pelari atau pembalap tersebut. Alat apakah yang digunakan untuk mencatat waktu mereka?

**Gambar 1.10** menunjukkan alat pengukuran waktu, yaitu jam dan *stopwatch*. **Gambar 1.10b** menunjukkan cara memegang *stopwatch* analog yang benar. Tombol samping pada telunjuk adalah tombol *start* dan *stop*, sedangkan tombol atas pada ibu jari adalah tombol *reset*.

### Latihan 1.3

- Sebutkan contoh alat-alat pengukuran besaran di bawah ini dan penggunaannya!
  - massa
  - panjang
  - waktu
- Jelaskan cara yang baik dan benar mengukur panjang sebuah benda dengan menggunakan mistar!
- Sebutkan batas-batas ketelitian mistar, jangka sorong, dan mikrometer sekrup! Manakah yang paling teliti?
- Bagaimana cara menggunakan jangka sorong dan mikrometer sekrup dengan benar? Jelaskan!
- Jelaskan cara menggunakan *stopwatch* dengan benar!



## C. Suhu dan Pengukurannya

Satu lagi besaran pokok yang sering kamu jumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah suhu. Apakah suhu itu? Bagaimana cara mengukur suhu? Apa pula satuannya?

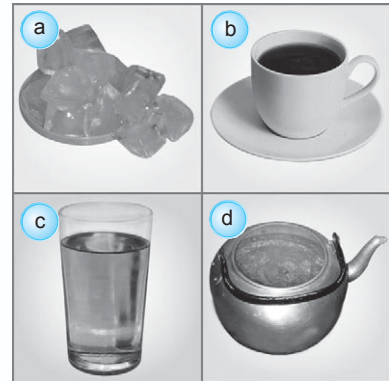


## 1. Pengertian Suhu

Pernahkah kamu membuat kopi hangat atau es sirop? Perhatikan **Gambar 1.11**!

Menurutmu, untuk membuat secangkir kopi panas, apa yang kamu perlukan? Apa juga yang kamu perlukan untuk membuat segelas sirop dingin? Untuk membuat secangkir kopi panas, kamu memerlukan beberapa sendok kopi dan air panas, sedangkan untuk membuat sirop dingin kamu memerlukan sari sirop, air, dan es batu.

Bagaimana kamu dapat menentukan bahwa air kopi itu terasa panas dan sirop itu terasa dingin? Dalam kehidupan sehari-hari kamu sering mengukur suhu dengan penglihatan, sentuhan, dan perasaanmu saja sehingga kamu hanya melakukan perkiraan terhadap derajat panas suatu benda. Nah, betulkah indra peraba tidak dapat digunakan untuk mengukur suhu suatu benda? Mari kita menyelidikinya melalui kegiatan berikut.



**Gambar 1.11** a. es batu  
b. kopi  
c. sirop  
d. air panas

### Kegiatan 1.2

#### Indra Peraba sebagai Pengukur Suhu

##### Tujuan:

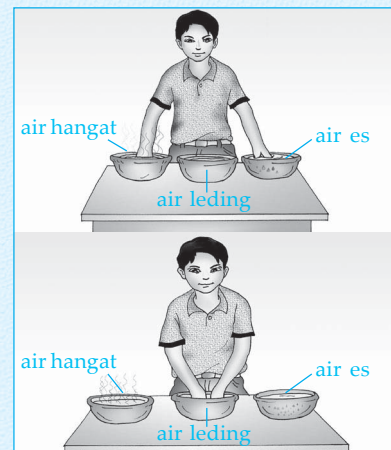
Menyelidiki kemampuan indra peraba untuk mengukur suhu.

##### Alat dan bahan:

Tiga mangkuk air, air hangat, air leding, dan air es.

##### Prosedur kerja:

1. Sediakanlah tiga buah mangkuk, kemudian isilah masing-masing mangkuk tersebut dengan air hangat, air leding, dan air es.
2. Masukkan tangan kananmu ke dalam mangkuk berisi air hangat dan tangan kirimu ke dalam mangkuk berisi air es, diamkan selama 30 sekon.
3. Setelah itu, masukkan tangan kiri dan tangan kanan ke dalam mangkuk berisi air leding secara bersamaan. Apa yang dapat kamu rasakan? Dapatkah tangan kanan dan tangan kirimu merasakan hal yang sama?



Dari **Kegiatan 1.2**, dapatkah kamu menentukan dengan tepat perbedaan antara hangat dan dingin dengan menggunakan indra peraba (tangan)? Indra peraba, seperti tangan tidak dapat menentukan secara tepat nilai panas dan dingin suatu benda. Tangan hanya dapat menentukan nilai derajat panas dan dingin suatu benda secara relatif dengan menggunakan perasaan.

Berikut ini contoh lainnya bahwa indra peraba bersifat relatif dalam menentukan nilai derajat panas suatu keadaan. Pernahkah kamu pergi berkemah ke daerah pegunungan? Ketika



## Info Sains

### Apakah Panas dan Suhu Sama?

Panas dan suhu bukanlah hal yang sama. Energi panas suatu benda tergantung pada energi gerakan atom dan molekulnya. Jumlah panas dapat diukur dalam kalori. Berbeda dengan suhu, suhu suatu benda menunjukkan tingkat energi panas benda tersebut. Suhu terendah yang mungkin adalah 273 derajat di bawah nol skala celsius. Para ilmuwan percaya pada suhu itu molekul diam.

Sumber: *Aku Ingin Tahu*, 1997

malam hari saat kamu berkemah di daerah pegunungan, kamu akan merasakan bahwa cuaca di sekitarmu terasa dingin sehingga kamu memerlukan jaket tebal untuk menghangatkan tubuhmu. Lain halnya dengan penduduk di sekitar pegunungan, mereka tidak terlalu merasakan dingin karena mereka sudah terbiasa dengan keadaan dingin di pegunungan. Hal ini membuktikan bahwa indra peraba tidak dapat digunakan untuk mengukur derajat panas suatu benda karena setiap orang memiliki perbedaan dalam merasakan suhu di sekitarnya.

Nah, dalam ilmu pengetahuan alam untuk menyatakan tingkat panas dinginnya suatu keadaan digunakan suatu besaran yang disebut suhu atau temperatur. Dengan menggunakan besaran suhu ini, kamu dapat menentukan panas dan dingin suatu keadaan secara pasti. Jadi, suhu adalah besaran fisika yang menyatakan derajat panas suatu benda.

## 2. Pengukuran Suhu

Dari uraian sebelumnya, kamu telah mengetahui bahwa besaran untuk mengukur panas atau dinginnya suatu keadaan dinamakan suhu. Nah, tahukah kamu bagaimana cara mengukur suhu suatu keadaan secara tepat?

Untuk mengukur suhu suatu keadaan digunakan termometer. Termometer berasal dari bahasa Yunani, yaitu *thermos* dan *meter*. *Thermos* artinya panas, sedangkan *meter* artinya mengukur. Jadi, termometer merupakan alat untuk mengukur suhu. Termometer biasanya berbentuk sebuah pipa kaca sempit tertutup yang diisi dengan zat cair, seperti air raksa.

Dalam sistem internasional besaran suhu menggunakan skala Kelvin (K), tetapi di Indonesia besaran suhu yang sering digunakan adalah Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ). Nah, agar kamu lebih memahami bagaimana menggunakan termometer untuk mengukur suhu, lakukanlah **Kegiatan 1.3**.

### Kegiatan 1.3

#### Termometer untuk Mengukur Suhu Zat

##### Tujuan:

Mengukur suhu zat dengan termometer.

##### Alat dan bahan:

Dua buah termometer dan tiga buah mangkuk.

##### Prosedur kerja:

1. Isilah masing-masing mangkuk dengan air hangat, air leding, dan es batu.
2. Masukkan termometer pertama ke dalam mangkuk berisi air hangat dan termometer kedua ke dalam mangkuk berisi es batu, lalu diamkan sejenak. Perhatikan skala yang ditunjukkan oleh kedua termometer, kemudian catat hasilnya dalam tabel.
3. Setelah itu, pindahkan kedua termometer ke dalam wadah berisi air leding. Perhatikan skala yang ditunjukkan oleh kedua termometer, kemudian catat hasilnya dalam tabel. Salinlah tabel di bawah ini di buku tugasmu.

	Air Hangat	Air Leding	Es Batu
Termometer 1			
Termometer 1			

**Diskusikanlah pertanyaan berikut untuk mendapatkan kesimpulan.**

1. Berapakah skala yang ditunjukkan termometer pertama, ketika dimasukkan ke dalam air hangat?
2. Berapakah skala yang ditunjukkan termometer kedua, ketika dimasukkan ke dalam es batu?
3. Apakah termometer pertama dan termometer kedua menunjukkan skala yang sama ketika dimasukkan ke dalam wadah berisi air leding?

Pada **Kegiatan 1.3**, kamu telah membuktikan bahwa zat yang dingin mempunyai suhu rendah, sedangkan zat yang hangat mempunyai suhu yang lebih tinggi.

Ketika kedua termometer dimasukkan ke dalam wadah berisi air leding, kedua termometer tersebut menunjukkan nilai yang sama. Lain halnya, dengan tanganmu yang tidak dapat merasakan secara tepat derajat panas atau dinginnya suatu benda, seperti yang telah kamu lakukan pada **Kegiatan 1.2**. Hal ini membuktikan bahwa termometer dapat mengukur suhu suatu zat dengan tepat.

### 3. Membuat Termometer Sederhana

Nah, tahukah kamu prinsip apa yang digunakan oleh termometer sehingga termometer dapat mengukur suhu suatu zat secara tepat? Mari kita menyelidikinya melalui **Kegiatan 1.4**.

#### Kegiatan 1.4

##### Termometer Sederhana

###### Tujuan:

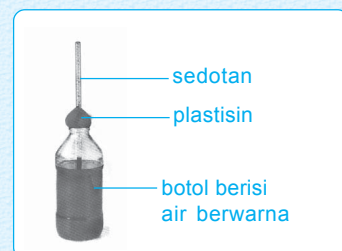
Membuat termometer sederhana.

###### Alat dan bahan:

Botol kaca, air, pewarna makanan (warna merah), sedotan, gunting, tiga buah spidol berwarna, karton putih, dan plastisin (lilin mainan).

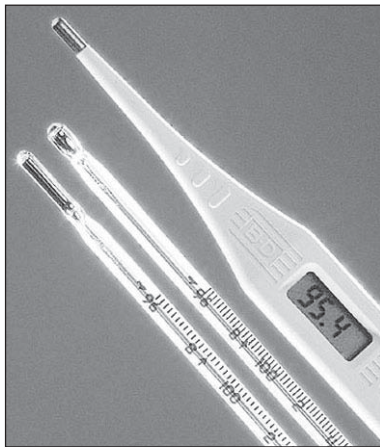
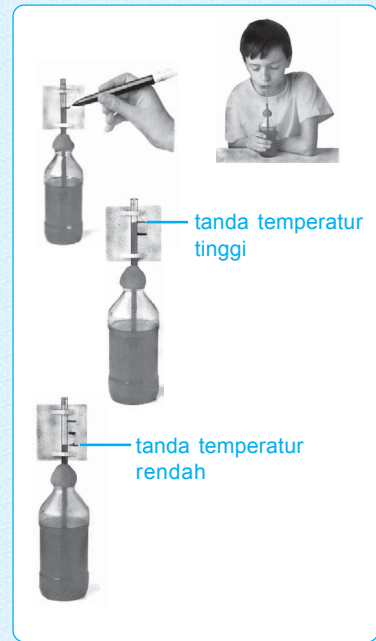
###### Prosedur kerja:

1. Masukkan air ke dalam botol kaca.
2. Masukkan pewarna makanan ke dalam botol yang telah berisi air sehingga air dalam botol menjadi berwarna merah.





3. Masukkan sedotan plastik ke dalam botol sampai masuk ke dalam air, kemudian tutup mulut botol dengan plastisin sehingga tidak ada udara yang masuk.
4. Tiup sedotan dengan perlahan sampai air naik ke dalam sedotan. Berhentilah meniup ketika air mencapai bagian tengah sedotan.
5. Buatlah dua celah pada karton putih, kemudian masukkan karton tersebut ke dalam sedotan. Setelah itu, buatlah tanda permukaan air pada karton putih dengan menggunakan spidol hitam. Tanda permukaan air itu menunjukkan suhu normal (suhu ruangan).
6. Simpan termometer di tempat yang panas. Perhatikan, air akan mengembang sehingga permukaan air akan naik. Tandailah permukaan air tersebut dengan spidol merah. Tanda ini dianggap sebagai titik tetap atas.
7. Simpan termometer di dalam lemari es beberapa saat. Perhatikan, air akan menyusut sehingga permukaan air akan turun. Tandailah permukaan air tersebut dengan spidol biru. Tanda ini dianggap sebagai titik tetap bawah. Lebih jelasnya, perhatikan gambar di samping.



**Gambar 1.12** Termometer berisi zat cair yang pemuaiannya teratur sehingga dapat mengukur perubahan suhu dengan tepat.

Sumber: Microsoft Student 2006

Dari **Kegiatan 1.4** kamu telah menyelidiki hubungan antara perubahan volume suatu zat cair dan perubahan suhu. Permukaan suatu zat cair akan naik melalui sedotan (volume zat cair tersebut bertambah) ketika dipanaskan dan juga permukaan suatu zat cair akan turun (volume zat cair berkurang) ketika didinginkan. Hubungan inilah yang dimanfaatkan oleh termometer untuk mengukur suhu suatu zat.

Hubungan antara perubahan volume dan perubahan suhu juga terjadi pada zat padat dan zat gas. Jika zat padat atau zat gas dipanaskan, volumenya akan bertambah. Begitu pula jika zat padat atau zat gas didinginkan, volumenya akan berkurang.

Nah, tahukah kamu zat apa yang sebaiknya digunakan untuk mengisi termometer agar dapat mengukur suhu dengan baik?

Zat pengisi termometer yang paling umum digunakan adalah raksa dan alkohol. Kedua zat cair tersebut masing-masing memiliki keuntungan dan kerugian.

#### a. Raksa

Keuntungan menggunakan raksa sebagai pengisi termometer adalah sebagai berikut.

- 1) Warnanya mengkilap seperti perak sehingga mudah dilihat.
- 2) Perubahan volumenya teratur pada saat terjadinya perubahan suhu.
- 3) Tidak membasahi dinding kaca.
- 4) Jangkauan suhunya cukup lebar ( $-40^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $350^{\circ}\text{C}$ ).

Sedangkan kerugiannya adalah sebagai berikut.

- 1) Harga raksa mahal.
- 2) Raksa tidak dapat mengukur suhu yang sangat rendah.

#### b. Alkohol

Keuntungan menggunakan alkohol sebagai pengisi termometer adalah sebagai berikut.

- 1) Untuk menaikkan suhu kecil, alkohol mengalami perubahan volume lebih besar sehingga dapat mengukur suhu dengan teliti.
- 2) Dapat mengukur suhu yang sangat rendah.

Sedangkan kerugiannya adalah sebagai berikut.

- 1) Titik didih rendah ( $78^{\circ}\text{C}$ ) sehingga pemakaiannya terbatas.
- 2) Tidak berwarna, sehingga perlu diberi warna agar mudah dilihat.
- 3) Membasahi dinding kaca.

### Tugas 1.3

Diskusikan dengan temanmu, mengapa air tidak digunakan untuk mengisi tabung termometer!

## 4. Skala Suhu dan Perbandingannya

Tahukah kamu skala termometer apa saja yang sering digunakan? Sampai saat ini ada empat jenis skala suhu yang sering digunakan di antaranya adalah skala Celsius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin. Mari mempelajari dan memahami perbedaan keempat skala termometer tersebut.

#### a. Skala Celsius

Skala Celsius merupakan skala yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Tahukah kamu siapa yang menetapkan skala Celsius? Skala Celsius ditetapkan oleh seorang fisikawan Swedia yang bernama Andreas Celsius (1701 – 1744). Skala temperatur Celsius menggunakan satuan 'Derajat Celsius' (simbol  $^{\circ}\text{C}$ ). Pada skala Celsius, titik beku air ditetapkan sebagai titik tetap bawah, yaitu sebesar  $0^{\circ}\text{C}$  dan titik didih air ditetapkan sebagai titik tetap atas, yaitu sebesar  $100^{\circ}\text{C}$ . Jarak antara kedua titik tetap ini dibagi menjadi 100 skala.

#### b. Skala Fahrenheit

Pada skala Fahrenheit, titik beku air ditetapkan sebesar  $32^{\circ}\text{F}$  dan titik didih air ditetapkan sebesar  $212^{\circ}\text{F}$ . Jarak kedua titik tetap ini dibagi dalam 180 skala. Skala Fahrenheit banyak digunakan di Inggris, Kanada, dan Amerika Serikat.

### Tokoh Sains

Andreas Celsius



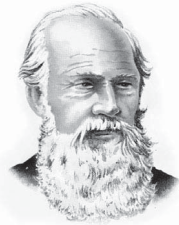
Andreas Celsius (27 November 1701 – 25 April 1744) lahir di Övanåker, Swedia. Beliau adalah seorang profesor astronomi di Universitas Uppsala dari tahun 1730 hingga 1744. Pada tahun 1733 di Nuremberg, Celsius menerbitkan sebuah koleksi 316 pengamatan aurora borealis yang dibuatnya dan orang lain selama tahun 1716-1732. Di Paris beliau menggagas pengukuran busur meridian di Lapland dan pada 1736 mengikuti sebuah ekspedisi yang dilaksanakan untuk tujuan tersebut oleh Akademi Sains Perancis.

Celsius adalah salah satu pendiri Observatorium Astronomi Uppsala pada 1741. Namanya paling dikenal sebagai pengusul skala Celsius pada tahun 1742. Tahun 1744 beliau meninggal karena penyakit tuberkulosis di Uppsala.



## Tokoh Sains

Lord Kelvin



Lord Kelvin adalah seorang fisikawan dan matematikawan Britania (1824 – 1907). Lahir dengan nama William Thomson di Belfast. Kelvin adalah orang pertama yang mengusulkan skala mutlak dari suhu.

Studinya terhadap teori Carnot (teori tentang mesin ideal dengan efisiensi mendekati 100%) menuntunnya ke ide bahwa kalor tidak pernah berpindah secara spontan dari benda bersuhu rendah ke benda bersuhu tinggi, teori ini dikenal sebagai hukum kedua termodinamika.

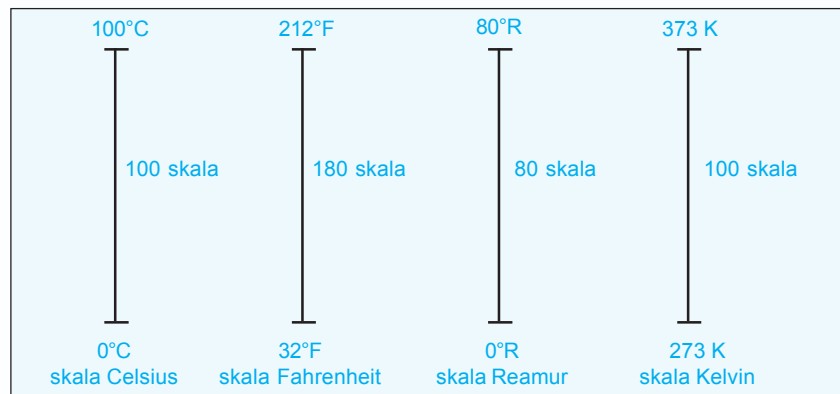
### c. Skala Reamur

Pada skala Reamur, titik beku air ditetapkan sebesar 0 °R dan titik didih air ditetapkan sebesar 80 °R. Jarak antara kedua titik tetap ini dibagi ke dalam 80 skala. Skala Reamur jarang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

### d. Skala Kelvin

Tahukah kamu siapakah yang menetapkan skala Kelvin? Skala Kelvin ditetapkan oleh fisikawan Inggris Lord Kelvin. Skala Kelvin memiliki satuan Kelvin (disingkat K, bukan °K). Pada skala Kelvin, tidak ada skala negatif karena titik beku air ditetapkan sebesar 273 K dan titik didih air ditetapkan sebesar 373 K. Hal ini berarti suhu 0 K sama dengan –273 °C. Suhu ini dikenal sebagai suhu nol mutlak. Para ilmuwan yakin bahwa pada suhu nol mutlak, molekul-molekul diam atau tidak bergerak. Dengan alasan inilah skala Kelvin sering digunakan untuk keperluan ilmiah. Skala Kelvin merupakan satuan internasional untuk temperatur.

Nah, setelah kamu mengetahui skala-skala tersebut, tahukah kamu cara membandingkan antara skala Celsius dengan skala Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin? Perhatikan perbandingan skala termometer pada **Gambar 1.13**.



**Gambar 1.13** Perbandingan skala Celsius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin.

Dari **Gambar 1.13**, diketahui bahwa 0 °C = 32 °F dan 100 °C = 212 °F, serta 100 skala Celsius = 180 skala Fahrenheit sehingga dapat dinyatakan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{t^{\circ}\text{C} - 0}{t^{\circ}\text{F} - 32} = \frac{100}{180} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{t^{\circ}\text{C} - 0}{t^{\circ}\text{F} - 32} = \frac{5}{9}$$

Sehingga diperoleh hubungan antara skala Celsius dan skala Fahrenheit sebagai berikut.

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}(t^{\circ}\text{F} - 32) \quad \text{..... (1 - 1)}$$

$$t^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}t^{\circ}\text{C} + 32 \quad \text{..... (1 - 2)}$$

### Contoh

1. Suhu suatu ruangan adalah  $86^{\circ}\text{F}$ . Berapakah suhu ruangan tersebut dalam skala Celsius?

**Jawab:**

Dengan menggunakan Persamaan (a.1) diperoleh:

$$\begin{aligned} t^{\circ}\text{C} &= \frac{5}{9}(t^{\circ}\text{F} - 32) \\ &= \frac{5}{9}(86 - 32) \\ &= \frac{5}{9} \cdot 54 \\ &= 30 \end{aligned}$$

Jadi, suhu ruangan tersebut adalah  $30^{\circ}\text{C}$ .

2. Suhu seorang anak adalah  $35^{\circ}\text{C}$ . Berapakah suhu anak tersebut dalam skala Fahrenheit?

**Jawab:**

Dengan menggunakan Persamaan (a.2) diperoleh:

$$\begin{aligned} t^{\circ}\text{F} &= \frac{9}{5}t^{\circ}\text{C} + 32 \\ &= \frac{9}{5} \cdot 35 + 32 \\ &= 95 \end{aligned}$$

Jadi, suhu anak tersebut adalah  $95^{\circ}\text{F}$ .

Dari **Gambar 1.13**, telah diketahui bahwa titik tetap bawah skala Celsius dan skala Reamur adalah  $0^{\circ}\text{C}$  dan  $0^{\circ}\text{R}$ . Adapun titik tetap atas skala Celsius dan skala Reamur adalah  $100^{\circ}\text{C}$  dan  $80^{\circ}\text{R}$ . Jadi,  $100$  skala Celsius =  $80$  skala Reamur. Sehingga dapat dinyatakan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \frac{t^{\circ}\text{C} - 0}{t^{\circ}\text{R} - 0} &= \frac{100}{80} \\ \Leftrightarrow \frac{t^{\circ}\text{C}}{t^{\circ}\text{R}} &= \frac{5}{4} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh hubungan antara skala Celcius dan skala Reamur sebagai berikut.

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{4} \cdot t^{\circ}\text{R} \quad \text{..... (1 - 3)}$$

$$t^{\circ}\text{R} = \frac{4}{5} \cdot t^{\circ}\text{C} \quad \text{..... (1 - 4)}$$

### Contoh

1. Suhu badan Tina adalah  $30^{\circ}\text{R}$ . Berapakah suhunya dalam skala Celsius?

**Jawab:**

Dengan menggunakan Persamaan (1 - 3) diperoleh:

$$\begin{aligned} t^{\circ} \text{C} &= \frac{5}{4} \cdot t^{\circ} \text{R} \\ &= \frac{5}{4} \cdot 30 \\ &= 37,5 \end{aligned}$$

Jadi, suhu badan Tina adalah 37,5 °C.

2. Suhu di suatu padang pasir adalah 40 °C. Berapakah suhunya dalam skala Reamur?

**Jawab:**

Dengan menggunakan Persamaan (1 - 4) diperoleh:

$$\begin{aligned} t^{\circ} \text{R} &= \frac{4}{5} \cdot t^{\circ} \text{C} \\ &= \frac{4}{5} \cdot 40 \\ &= 32 \end{aligned}$$

Jadi, suhu padang pasir tersebut adalah 32 °R.

Dari **Gambar 1.13**, telah diketahui bahwa 0 °C = 273 K dan 100 °C = 373 K. Skala Celsius dan skala Kelvin sama-sama mempunyai 100 skala sehingga diperoleh hubungan sebagai berikut.

$$t^{\circ} \text{K} = t^{\circ} \text{C} + 273 \quad \text{..... (1 - 5)}$$

$$t^{\circ} \text{C} = t^{\circ} \text{K} - 273 \quad \text{..... (1 - 6)}$$

### Contoh

1. Suhu suatu ruangan adalah 27 °C. Berapakah suhunya dalam skala Kelvin?

**Jawab:**

Dengan menggunakan Persamaan (1 - 5) diperoleh:

$$t^{\circ} \text{K} = t^{\circ} \text{C} + 273 = 27 + 273 = 300$$

Jadi, suhu ruangan tersebut adalah 300 K.

2. Suhu sebuah filamen lampu listrik yang sedang menyala adalah 2.925 K. Berapakah suhu filamen lampu tersebut dalam skala Celsius?

**Jawab:**

Dengan menggunakan Persamaan (1 - 6) diperoleh:

$$t^{\circ} \text{C} = t^{\circ} \text{K} - 273 = 2.925 - 273 = 2.652$$

Jadi, suhu filamen lampu listrik yang sedang menyala tersebut adalah 2.652 °C.

### Tugas 1.4

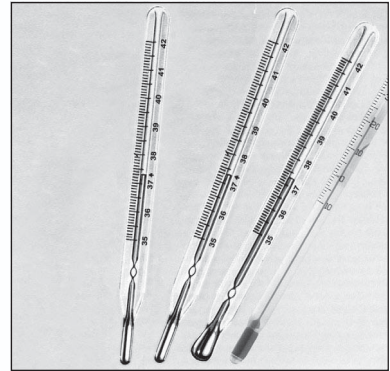
Diskusikan Pada suhu -40° dalam skala celcius sama dengan -40° dalam skala fahrenheit. Buktikan pernyataan tersebut!

## 5. Jenis-Jenis Termometer

Termometer yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari banyak jenisnya, di antaranya termometer klinis, termometer ruangan, dan termometer maksimum-minimum. Setiap jenis termometer tersebut mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Nah, tahukah kamu fungsi dari jenis-jenis termometer tersebut? Mari mencari tahu melalui uraian berikut.

### a. Termometer Klinis

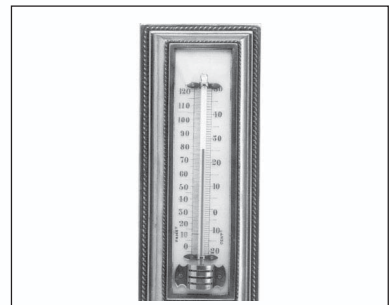
Termometer klinis sering digunakan untuk mengukur suhu tubuh. Umumnya, termometer ini digunakan oleh para dokter untuk mengetahui suhu badan pasiennya. Termometer ini mempunyai skala dari  $35^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $42^{\circ}\text{C}$ . Hal ini dikarenakan suhu tubuh manusia tidak pernah kurang dari  $35^{\circ}\text{C}$  atau tidak pernah lebih dari  $42^{\circ}\text{C}$ . Bagian-bagian termometer ini terdiri atas tabung (terbuat dari kaca tipis), bagian sempit, batang kaca, dan air raksa. Termometer klinis diperlihatkan pada **Gambar 1.14**.



**Gambar 1.14** Termometer klinis.

### b. Termometer Ruangan

Termometer ruangan adalah termometer yang digunakan untuk mengukur suhu suatu ruangan. Termometer ini umumnya mempunyai skala dari  $-20^{\circ}\text{C}$  sampai  $50^{\circ}\text{C}$ . Untuk memudahkan pembacaan suhu, termometer ini biasanya diletakkan menempel pada dinding dengan arah vertikal. Termometer ruangan diperlihatkan pada **Gambar 1.15**.



**Gambar 1.15** Termometer ruangan.

### c. Termometer Maksimum-Minimum

Termometer maksimum-minimum digunakan untuk mengukur suhu tertinggi dan suhu terendah di suatu tempat. Termometer ini dapat mengukur suhu maksimum dan suhu minimum sekaligus. Hal ini dapat dilakukan karena termometer maksimum-minimum terdiri atas raksa dan alkohol (sekarang digunakan minyak *creosote*). Raksa digunakan untuk mengukur suhu maksimum, sedangkan alkohol digunakan untuk mengukur suhu minimum. **Gambar 1.16** memperlihatkan termometer maksimum-minimum.



**Gambar 1.16** Termometer maksimum-minimum.

### Latihan 1.4

1. Apakah termometer itu?
2. Apakah sifat fisis yang dijadikan dasar untuk membuat alat ukur suhu?
3. Jelaskan cara menetapkan titik tetap atas dan titik tetap bawah!
4. Jelaskan dua jenis zat cair yang biasa digunakan untuk mengisi tabung termometer dan sebutkan kelebihan dan kekurangannya!



5. Lengkapilah tabel berikut.

Skala Celsius	Skala Fahrenheit	Skala Reamur	Skala Kelvin
45 °C	....	....	....
....	59 °F	....	....
....	69 °F	....	....
50 °C	....	....	....
....	....	30 °R	....
....	....	75 °R	....

## Rangkuman

- Besaran adalah sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka, sedangkan satuan adalah besaran pembanding yang digunakan dalam pengukuran.
- Besaran pokok terdiri dari panjang, massa, waktu, suhu, kuat arus, jumlah zat, dan intensitas cahaya. Dari besaran pokok tersebut dapat diturunkan besaran turunan seperti luas, volume, kecepatan, gaya, dan sebagainya.
- Alat-alat yang digunakan untuk pengukuran besaran panjang antara lain mistar, rol meter, jangka sorong, dan mikrometer sekrup.
- Alat untuk mengukur besaran massa disebut timbangan atau neraca. Terdapat bermacam-macam jenis timbangan atau neraca sesuai kegunaannya.
- Alat pengukuran waktu adalah jam dan *stopwatch*. *Stopwatch* digunakan dalam pengukuran waktu yang membutuhkan ketelitian seperti mencatat waktu dalam perlombaan olahraga lari, renang, balap mobil, dan sebagainya.
- Suhu adalah besaran untuk menyatakan tingkat panas dinginnya suatu keadaan. Alat pengukuran suhu adalah termometer.
- Ada empat skala satuan suhu, yaitu Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin dengan konversi sebagai berikut:

$$a. \quad t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}(t^{\circ}\text{F} - 32) \quad \text{atau} \quad t^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}t^{\circ}\text{C} + 32$$

$$b. \quad t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{4}t^{\circ}\text{R} \quad \text{atau} \quad t^{\circ}\text{R} = \frac{4}{5}t^{\circ}\text{C}$$

$$c. \quad t^{\circ}\text{C} = t^{\circ}\text{K} - 273 \quad \text{atau} \quad t^{\circ}\text{K} = t^{\circ}\text{C} + 273$$

## Refleksi

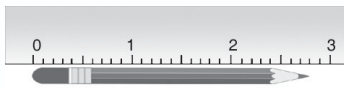
Kamu telah selesai mempelajari materi dalam bab ini. Sebelum melangkah ke bab berikutnya, lakukan evaluasi diri dengan menjawab pertanyaan di bawah ini. Jika semua pertanyaan kamu jawab dengan 'ya', silakan melanjutkan mempelajari bab berikutnya. Jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', maka kamu perlu mengulangi materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada yang tidak dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

- Apakah kamu sudah memahami pengertian pengukuran, besaran, dan satuan?
- Dapatkah kamu melakukan pengukuran panjang, massa, dan waktu dan menyebutkan alat ukur yang sesuai?
- Dapatkah kamu membedakan besaran pokok dan besaran turunan dengan menyebutkan contoh beserta satuannya?
- Apakah kamu dapat menjelaskan pengertian suhu, alat ukur, cara melakukan pengukuran, skala satuan, dan melakukan konversi antarsatuan suhu?

**I. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!**

1. Berikut ini yang *bukan* termasuk besaran pokok adalah ....
  - a. panjang
  - b. waktu
  - c. suhu
  - d. kecepatan

2. Perhatikan gambar berikut.



Panjang pensil di atas adalah ....

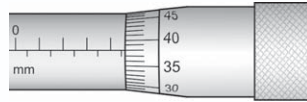
- a. 2,5 cm
  - b. 2,6 cm
  - c. 2,7 cm
  - d. 2,8 cm
3. *Stopwatch* adalah alat yang digunakan untuk mengukur ....
    - a. waktu
    - b. suhu
    - c. panjang
    - d. kuat arus
  4. Perhatikan gambar pengukuran dengan jangka sorong berikut ini.



Hasil pengukurannya di atas menunjukkan panjang ....

- a. 3,00 cm
  - b. 3,40 cm
  - c. 3,44 cm
  - d. 4,31 cm
5.  $2,5 \text{ km} = \dots \text{ m}$ 
    - a. 25
    - b. 250
    - c. 2.500
    - d. 25.000
  6.  $450 \text{ mg} = \dots \text{ g}$ 
    - a. 45 g
    - b. 4,5 g
    - c. 0,45 g
    - d. 0,045 g

7. Perhatikan pengukuran dengan mikrometer sekrup berikut ini.



Hasil pengukurannya menunjukkan ....

- a. 4,38 mm
  - b. 4,50 mm
  - c. 4,88 mm
  - d. 5,38 mm
8. Berikut ini yang termasuk syarat bagi sistem Satuan Internasional adalah ....
    - a. mudah berubah
    - b. harus mudah ditiru
    - c. mudah diingat
    - d. diubah secara berkala
  9. Zat yang biasa digunakan untuk mengisi tabung termometer klinis adalah ....
    - a. alkohol
    - b. pewarna
    - c. air mineral
    - d. raksa
  10. Titik tetap bawah skala termometer Fahrenheit adalah ....
    - a.  $0^\circ\text{F}$ , ketika es sedang melebur pada tekanan 1 atmosfer.
    - b.  $32^\circ\text{F}$ , ketika es sedang melebur pada tekanan 1 atmosfer
    - c.  $80^\circ\text{F}$ , ketika es sedang melebur pada tekanan 1 atmosfer
    - d.  $273^\circ\text{F}$ , ketika es sedang melebur pada tekanan 1 atmosfer
  11. Termometer dibuat berdasarkan prinsip bahwa perubahan suhu dapat menyebabkan ....
    - a. perubahan tekanan
    - b. perubahan volume
    - c. perubahan wujud
    - d. perubahan massa jenis

12. Kelebihan raksa jika digunakan untuk mengisi tabung termometer adalah ....
  - a. memiliki titik beku yang tinggi
  - b. harganya murah
  - c. warnanya mengkilap sehingga mudah dilihat
  - d. membasahi dinding kaca
13. Suhu nol mutlak adalah ....
  - a.  $0^{\circ}\text{C}$
  - b.  $0^{\circ}\text{R}$
  - c.  $32^{\circ}\text{F}$
  - d.  $0\text{ K}$
14. Suhu  $298\text{ K}$  sama dengan ....
  - a.  $25^{\circ}\text{C} = 77^{\circ}\text{F}$
  - b.  $77^{\circ}\text{C} = 25^{\circ}\text{F}$
  - c.  $35^{\circ}\text{C} = 67^{\circ}\text{F}$
  - d.  $25^{\circ}\text{C} = 67^{\circ}\text{F}$
15. Rentang skala pada termometer klinis adalah ....
  - a.  $0^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$
  - b.  $20^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$
  - c.  $35^{\circ}\text{C} - 42^{\circ}\text{C}$
  - d.  $35^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$

## B. Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan benar!

1.
  - a. Jelaskan pengertian besaran dan satuan!
  - b. Jelaskan pengertian besaran pokok dan besaran satuan beserta contohnya!
2. Konversikan satuan berikut!
  - a.  $250\text{ m} = \dots\text{ km}$
  - b.  $4,75\text{ dm}^2 = \dots\text{ mm}^2$
  - c.  $6.750\text{ dg} = \dots\text{ kg}$
  - d.  $4.500\text{ cm}^3 = \dots\text{ liter}$
3. Jelaskan kelebihan raksa sebagai zat pengisi termometer!
4. Sebutkan jenis-jenis skala pada termometer dan konversinya!
5. Lengkapilah tabel suhu berikut!

Skala Celsius	Skala Fahrenheit	Skala Reamur	Skala Kelvin
....	....	....	$313\text{ K}$
....	$50^{\circ}\text{F}$	....	....
$25^{\circ}\text{C}$	....	....	....
....	....	$35^{\circ}\text{R}$	....
....	....	....	$303\text{ K}$

## Wacana Sains

### Tahun 2005 Bertambah 1 Detik

Tidak seperti biasanya, lamanya waktu tahun 2005 bertambah satu detik dari detik terakhir tanggal 31 Desember. Jika biasanya dari detik ke-59 bergerak ke detik 00, maka untuk tanggal 31 Desember 2005 jam akan bergerak dari urutan 23 h 59 m 59 s (23 jam, 59 menit, 59 detik) ke 23 h 59 m 60 s dan ke 00 h 00 m 00 s. Kejadian ini adalah yang pertama sejak tujuh tahun terakhir, yaitu tahun 1998. Kejadian pertama kalinya adalah tahun 1972.

Menurut Tom O'Brian, kepala Divisi Waktu dan Frekuensi Institut Standar dan Teknologi Amerika Serikat, pertambahan satu detik itu dilakukan karena rotasi bumi pada porosnya semakin melambat jika dibandingkan dengan jam atom yang merupakan patokan waktu dunia.

Sumber: Kompas, Jumat 30 Desember 2005

## Bab II

# Klasifikasi Zat



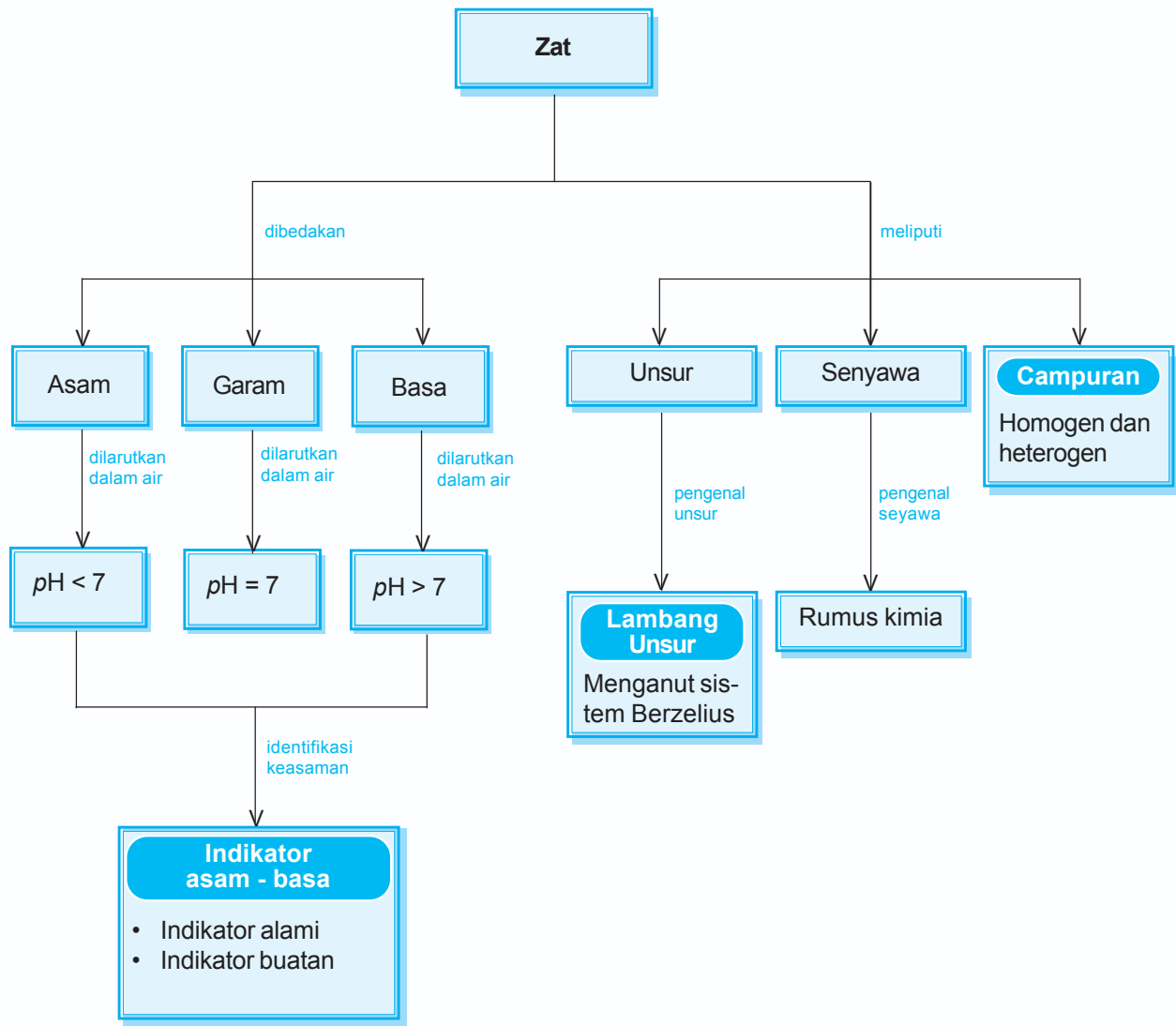
Pernahkah kamu makan buah jeruk? Bagaimana rasanya? Jeruk merupakan salah satu contoh bahan yang bersifat asam. Jeruk mengandung senyawa asam sitrat yang menjadikan rasanya masam.

Air yang kita minum sehari-hari juga tergolong senyawa. Bagaimana sifat larutan asam serta sifat senyawa itu?

Jawaban dari pertanyaan-pertanyaan di atas dapat kamu temukan setelah kamu mempelajari bab berikut. Pada bab ini kamu akan belajar memahami klasifikasi zat. Dengan mempelajarinya diharapkan kamu dapat mengelompokkan sifat larutan asam, basa dan garam melalui alat dan indikator dengan bahan di sekitarmu. Selain itu kamu juga diharapkan memahami unsur dan rumus kimia serta perbandingan sifat unsur, senyawa, dan campuran.



# Peta Konsep



## Kata Kunci

- asam
- basa
- garam
- unsur
- senyawa
- campuran

Zat merupakan materi yang susunan unsur-unsurnya tidak berubah-ubah. Ada banyak sekali zat yang ada di bumi ini. Untuk mempermudah dalam mempelajarinya, zat diklasifikasikan berdasarkan kriteria tertentu. Zat meliputi zat murni dan campuran. Zat murni dapat berupa unsur dan senyawa. Sedangkan campuran dapat berupa campuran homogen dan campuran heterogen. Zat juga dapat diklasifikasikan berdasarkan derajat keasamannya, yaitu menjadi asam, basa, dan garam. Untuk lebih jelasnya, pelajailah uraian berikut.



## A Asam, Basa, dan Garam

Apa yang kamu rasakan ketika kamu mencicipi jeruk nipis? Jeruk nipis itu berasa masam, bukan? Pernahkah kamu berpikir dari mana asalnya rasa masam itu? Pada jeruk nipis terdapat zat kimia yang disebut dengan asam sitrat yang bersifat asam. Asam banyak kamu jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Sifat asam ini mudah dikenali dari rasanya yang masam. Coba sebutkan buah-buah lain yang kira-kira bersifat asam.

Kebanyakan basa adalah mineral yang bereaksi dengan asam untuk menghasilkan air dan garam. Basa dapat menetralkan asam melalui reaksi dengan ion hidrogen.

### 1. Identifikasi Sifat Asam, Basa, dan Garam

Di antara berbagai zat yang ada di alam semesta ini, asam, basa, dan garam merupakan zat yang paling penting yang diamati oleh para ahli kimia. Asam, basa, dan garam tersebar luas di alam semesta dan banyak digunakan baik di industri maupun rumah tangga.

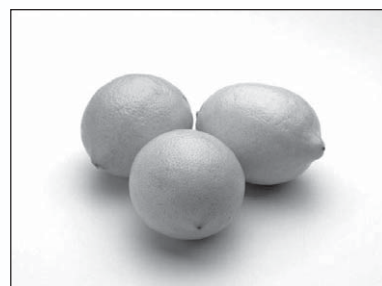
Beberapa contoh zat asam yang banyak sekali berperan di bidang industri adalah asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ). Selain itu, di rumah tangga kamu juga mengenal air soda yang merupakan asam karbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Di dalam perutmu juga terdapat asam yang disebut asam klorida ( $\text{HCl}$ ). Jumlah asam klorida ( $\text{HCl}$ ) dalam perutmu sedikit, tetapi asam klorida ( $\text{HCl}$ ) ini merupakan asam yang sangat penting dalam proses pencernaan.

Di antara contoh basa yang ada di alam semesta, basa yang sudah banyak dikenal adalah soda api ( $\text{NaOH}$ ) dan amoniak ( $\text{NH}_3$ ). Adapun garam yang paling dikenal adalah natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ) atau garam dapur. Garam ini digunakan secara luas dalam bidang industri ataupun rumah tangga. Garam ini terdapat dalam air laut dan juga di dalam aliran darah kita.

*Nah, bagaimanakah sifat-sifat asam, basa, dan garam itu?*

Sifat-sifat larutan asam adalah sebagai berikut.

- Rasanya masam.
- Menghantarkan arus listrik.
- Jika dilarutkan akan melepaskan ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ).



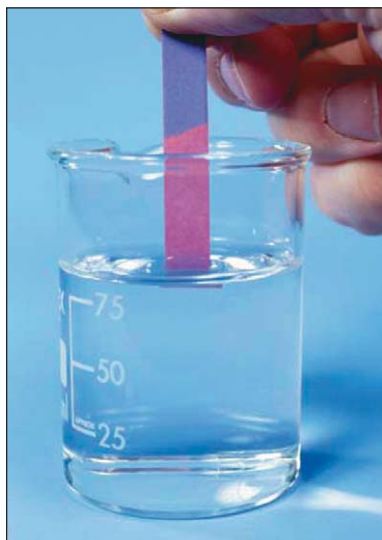
**Gambar 2.1** Jeruk nipis berasa masam karena mengandung asam sitrat.



**Gambar 2.2** Pasta gigi merupakan zat yang bersifat basa.



**Gambar 2.3** Reaksi antara kalium hidroksida dengan lemak membuat tangan kita terasa licin saat mencuci tangan dengan sabun.



**Gambar 2.4** Kertas lakmus.

- d. Mengubah lakmus biru menjadi merah.
- e. Bersifat korosif terhadap logam.

Untuk menyelidiki bahwa asam mampu menimbulkan karat (korosi) pada logam, cobalah dengan mencelupkan paku yang terbuat dari besi/baja ke dalam larutan cuka. Jika kamu biarkan, lama kelamaan paku itu akan berkarat. Asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) yang terdapat dalam cuka tidak terlalu keras, tetapi dalam keadaannya yang sangat pekat asam ini mampu melepuhkan kulit.

Sifat-sifat larutan basa adalah sebagai berikut.

- a. Terasa licin jika terkena kulit.
- b. Menghantarkan arus listrik.
- c. Jika dilarutkan dalam air akan melepaskan ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ ).
- d. Mengubah lakmus merah menjadi biru.
- e. Menetralkan larutan asam.

Basa dapat dibagi atas basa kuat dan basa lemah. Kekuatan basa bergantung pada kemampuan melepaskan ion  $\text{OH}^-$  dalam larutan dan konsentrasi larutan basa tersebut. Basa kuat bersifat korosif. Contoh basa kuat adalah natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) dan kalium hidroksida ( $\text{KOH}$ ), sedangkan contoh basa lemah adalah amoniak ( $\text{NH}_3$ ).

Garam mempunyai sifat yang berbeda dengan asam dan basa. Sifat-sifat larutan garam adalah sebagai berikut.

- a. Menghantarkan arus listrik.
- b. Tidak mengubah warna kertas lakmus merah maupun biru.

Nah, untuk mengidentifikasi sifat larutan asam, basa, dan garam kamu dapat menggunakan indikator. Indikator ini dapat berubah warna ketika ditetesi zat yang bersifat asam atau basa. Indikator asam dan basa dapat berupa indikator buatan, seperti kertas lakmus, indikator universal, dan pH meter atau indikator alami, seperti bunga kembang sepatu, kubis ungu, dan kulit manggis.

#### a. Indikator Buatan

Indikator buatan untuk mengidentifikasi asam, basa, dan garam, antara lain kertas lakmus, kertas indikator, bahan indikator, dan pH meter.

Bagaimana kertas lakmus dapat digunakan untuk menentukan sifat asam, basa, dan garam? Kertas lakmus ada dua jenis yaitu kertas lakmus merah dan kertas lakmus biru. Kertas lakmus merah jika dicelupkan dalam larutan asam maka akan tetap berwarna merah begitu juga jika dicelupkan dalam larutan netral atau garam. Akan tetapi kertas lakmus merah akan berwarna biru jika dicelupkan dalam larutan basa. Adapun kertas lakmus biru akan berwarna merah jika celupkan dalam larutan asam, tetapi akan tetap berwarna biru jika dicelupkan dalam larutan basa atau netral.

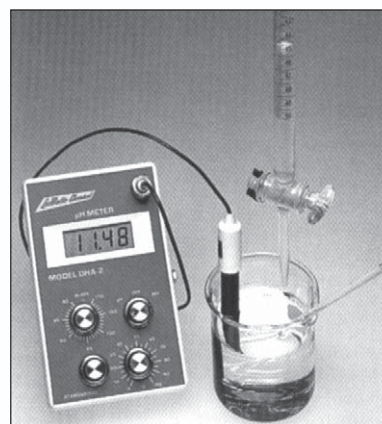
Jadi larutan asam memerahkan kertas lakmus biru dan larutan basa membirukan kertas lakmus merah. Kertas lakmus merah dan biru tidak akan berubah warna dalam larutan netral atau garam.

Selain kertas lakmus kita juga dapat menggunakan indikator buatan yang lain seperti ditunjukkan pada **Tabel 2.1** berikut.

**Tabel 2.1** Indikator buatan beserta trayek pH.

No.	Indikator	Trayek pH	Perubahan Warna
1.	Fenolftaleine	8,3 – 10,0	tak berwarna ke merah
2.	Bromtimol biru	6,0 – 7,6	kuning ke biru
3.	Metil merah	4,4 – 6,2	merah ke kuning
4.	Metil jingga	3,1 – 4,4	merah ke kuning

Indikator-indikator pada **Tabel 2.1** tidak secara pasti menunjukkan nilai pH suatu larutan. Jika ingin menentukan pH suatu larutan secara pasti, maka gunakan pH meter. pH meter dapat menunjukkan skala pH dari larutan yang diuji. Perhatikan gambar pH di samping.



**Gambar 2.5** Contoh pH meter digital.

## Tugas 2.1

Carilah informasi bagaimana cara menggunakan pH meter untuk menentukan sifat asam, basa, dan garam suatu larutan! Kemudian, bacakan hasilnya di depan kelas.

Indikator universal adalah indikator yang terdiri dari berbagai macam indikator yang memiliki warna berbeda untuk setiap nilai pH 1 – 14. Indikator universal ada yang berupa larutan dan ada yang berupa kertas. Indikator universal selalu dilengkapi dengan warna standar untuk pH 1 – 14.

Cara menggunakan indikator universal adalah:

- 1) Mencelupkan kertas indikator universal dalam larutan yang akan diselidiki pH-nya atau menambahkan beberapa tetes indikator universal dalam larutan yang diselidiki pH-nya,
- 2) Mengamati perubahan warna dan membandingkan dengan warna standar.

### b. Indikator Alami

Indikator alami yang dapat digunakan untuk menentukan sifat asam, basa, dan garam suatu zat antara lain kulit manggis, bunga sepatu, dan kubis ungu. Untuk menjadikan indikator alami, maka kulit manggis, bunga sepatu, dan kubis ungu terlebih dahulu dibuat ekstrak dengan cara menghaluskannya dan menambahkan air.



Ekstrak kulit manggis pada keadaan netral berwarna ungu. Jika ekstrak kulit manggis, ditetesi larutan asam, maka warna ungu akan berubah menjadi coklat kemerahan dan jika ditetesi larutan basa akan berubah menjadi biru kehitaman.

## Tugas 2.2

Bagaimana cara menjadikan kubis ungu sebagai indikator alami? Cobalah kamu cari informasinya melalui buku-buku di perpustakaan atau internet. Kemudian, diskusikanlah hasilnya dengan teman-temanmu.

## 2. Mengelompokkan Bahan-Bahan Berdasarkan Konsep Asam, Basa, dan Garam

Definisi asam dan basa menurut Stave Arrhenius, seorang kimiawan Swedia adalah sebagai berikut. Asam adalah suatu zat yang melepaskan ion hidrogen ( $H^+$ ) ketika dilarutkan dalam air, sedangkan basa adalah zat yang melepaskan ion hidroksida ( $OH^-$ ). Definisi ini membatasi asam dan basa untuk zat-zat yang dapat larut dalam air.

Contoh reaksi kimianya adalah:

- $HCl_{(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$  (asam)
- $NaOH_{(aq)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$  (basa)

Bahan-bahan di lingkungan sekitar kita dapat dikelompokkan berdasarkan konsep asam, basa, dan garam.

### Tokoh Sains

Svante August Arrhenius



Svante August Arrhenius (1859-1927) adalah seorang ilmuwan Swedia yang membantu meletakkan dasar-dasar kimia modern. Beliau lahir di Uppsala, Swedia.

Pada tahun 1903 beliau mendapat Penghargaan Nobel dalam Kimia atas karyanya mengenai ionisasi. Arrhenius mengemukakan bahwa senyawa dalam larutan dapat terurai menjadi ion-ionnya, dan kekuatan asam dalam larutan aquades tergantung pada konsentrasi ion-ion hidrogen di dalamnya.

### a. Asam

Sebelum kita mempelajari konsep asam, terlebih dahulu kita sedikit belajar mengenai atom. Atom adalah partikel terkecil dari suatu zat yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi partikel yang lebih kecil dengan reaksi kimia biasa. Atom terdiri dari tiga jenis partikel subatom yaitu elektron, proton, dan neutron. Penjelasan atom lebih lanjut akan kita pelajari nanti di kelas VIII.

Atom hidrogen adalah atom yang paling sederhana karena hanya memiliki satu proton dan satu elektron. Jika kita andaikan atom hidrogen itu kehilangan elektronnya, sehingga tinggal satu proton dengan satu muatan listrik positif, maka atom tersebut sudah tidak netral lagi, tetapi sudah menjadi ion dengan satu muatan positif. Ion adalah atom yang bermuatan listrik. Ion hidrogen ditandai dengan lambang  $H^+$ . H berarti hidrogen dan tanda (+) berarti ion tersebut bermuatan positif.

Dengan memahami pengertian ion hidrogen, kamu dapat memahami pengertian asam. Menurut pengertian ini, asam adalah zat apa saja dalam molekulnya mempunyai satu atom

hidrogen yang mampu memisahkan diri menjadi ion hidrogen. Dengan kata lain, semua asam adalah sumber ion hidrogen atau proton.

Asam dapat menghantarkan arus listrik karena asam dapat melepaskan ion-ion dalam larutannya. Asam kuat merupakan elektrolit yang baik. Contoh penggunaannya adalah asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) sebagai elektrolit dalam aki.

Dalam kehidupan sehari-hari kamu dapat menemui penggunaan asam secara luas, seperti dalam obat-obatan, pembuatan pupuk, dan sebagai bahan peledak. Meskipun asam merupakan senyawa yang sangat berguna, asam juga dapat mengakibatkan kerusakan karena sifatnya yang korosif. Contohnya adalah hujan asam yang dapat merusakkan bangunan.

Asam dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu asam organik dan asam anorganik. Asam organik merupakan senyawa asam karbon yang dihasilkan tumbuhan dan hewan. Kebanyakan asam ini tidak berbahaya dan banyak memberi aroma pada buah dan makanan. Contoh asam organik antara lain minyak dan lemak yang bersenyawa dengan gliserol, asam metanoat ( $\text{HCO}_2\text{H}$ ) atau asam formiat dalam lebah penyengat dan beberapa semut yang berfungsi untuk membela diri. Beberapa jenis asam organik ditunjukkan pada **Tabel 2.2**.

**Tabel 2.2** Beberapa jenis asam organik.

No.	Nama Asam	Rumus Kimia	Sumber
1.	Asam formiat	$\text{HCOOH}$	semut
2.	Asam asetat	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	cuka
3.	Asam malat	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$	apel
4.	Asam tartarat	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$	anggur
5.	Asam butirrat	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$	mentega
6.	Asam askorbat	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	vitamin C
7.	Asam sitrat	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	jeruk

Asam anorganik merupakan asam yang dibuat dari mineral-mineral dan nonlogam. Asam inilah yang digunakan untuk membuat plastik, serat, pupuk, pewarna, dan bahan kimia lain. Asam anorganik dalam keadaan pekat biasanya korosif, dapat melukai kulit, dan dapat melarutkan logam dengan cepat, bahkan kaca. Misalnya asam fluorida ( $\text{HF}$ ) dapat melarutkan kaca. Namun, ada juga asam anorganik yang tidak berbahaya, misalnya asam borat ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) yang merupakan bahan baku utama pembuatan salep mata. Beberapa contoh asam anorganik ditunjukkan pada **Tabel 2.3**.

**Tabel 2.3** Beberapa jenis asam anorganik.

No.	Nama Asam	Rumus Kimia
1.	Asam sulfat	$\text{H}_2\text{SO}_4$
2.	Asam klorida	$\text{HCl}$
3.	Asam nitrat	$\text{HNO}_3$
4.	Asam fosfat	$\text{H}_3\text{PO}_4$

Dapatkan kamu menyebutkan contoh-contoh senyawa asam lainnya? Diskusikanlah dengan teman-temanmu.

**b. Basa**

Seperti halnya asam, senyawa basa juga akan terionisasi menjadi ion ketika dilarutkan ke dalam air. Seperti yang telah kamu ketahui, basa yang khas adalah larutan alkali, seperti larutan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ). Apabila  $\text{NaOH}$  dilarutkan dalam air maka akan terbentuk ion natrium positif ( $\text{Na}^+$ ) dan ion negatif ( $\text{OH}^-$ ) yang disebut hidroksida karena terdiri atas atom hidrogen dan atom oksigen. Ion hidroksida mempunyai satu muatan negatif pada kedua atom tersebut sebagai satu unit. Reaksi ionisasi natrium hidroksida ini dapat dituliskan seperti berikut.  $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

Basa meliputi oksida, hidroksida, dan karbonat logam. Contoh basa ditunjukkan pada **Tabel 2.4**.

**Tabel 2.4** Beberapa jenis basa dan rumus kimianya.

No.	Nama Basa	Rumus Kimia
1.	Natrium hidroksida	$\text{NaOH}$
2.	Amoniak	$\text{NH}_3$
3.	Kalium oksida	$\text{K}_2\text{O}$
4.	Aluminium hidroksida	$\text{Al}(\text{OH})_3$

Dapatkan kamu menyebutkan contoh larutan basa yang ada di sekitarmu? Contoh larutan basa yang sering kamu temui adalah aluminium hidroksida  $\text{Al}(\text{OH})_3$  yang terdapat dalam deodorant, amoniak ( $\text{NH}_3$ ) yang terdapat dalam pembersih debu, dan kalsium hidroksida dalam plester. Obat sakit maag mengandung basa magnesium hidroksida ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) yang berfungsi mengurangi tingkat keasaman lambung yang terlalu tinggi. Penggunaan basa yang lain adalah penambahan kapur (basa) untuk mengurangi tingkat keasaman tanah gambut agar dapat ditanami.

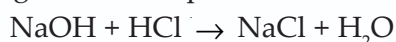
**c. Garam**

Bagaimana garam dapat terbentuk? Garam terbentuk ketika suatu asam dan basa bereaksi dan saling menetralkan satu sama lain sehingga hasilnya tidak mempunyai sifat-sifat asam dan basa. Ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) dari asam dan ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ )

dari basa dalam reaksinya satu sama lain akan membentuk air. Perhatikan bentuk persamaannya berikut ini.



Contoh garam yang paling sering kita temukan adalah NaCl atau garam dapur. Natrium klorida (NaCl) terjadi karena reaksi antara natrium hidroksida (NaOH) dengan asam klorida (HCl) dengan reaksi seperti berikut.



Jika airnya diuapkan maka akan kita dapatkan garam NaCl atau garam dapur yang berupa padatan berwarna putih.

Jika garam dapur tersebut kamu larutkan ke dalam air, maka akan terbentuk ion natrium ( $\text{Na}^+$ ) dan ion klorida ( $\text{Cl}^-$ ), dengan reaksi yaitu:  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ .

Beberapa contoh garam ditunjukkan pada **Tabel 2.5**.

**Tabel 2.5** Beberapa jenis garam, rumus kimia, beserta kegunaannya.

No.	Nama Garam	Rumus Kimia	Kegunaan
1.	Natrium klorida	NaCl	bumbu dapur
2.	Kalium nitrat	$\text{KNO}_3$	pembuatan pupuk
3.	Kalsium karbonat	$\text{CaCO}_3$	bahan bangunan, bahan baku pembuatan asam
4.	Natrium fosfat	$\text{Na}_3\text{PO}_4$	bahan detergen
5.	Natrium fluorida	NaF	pasta gigi
6.	Magnesium sulfat	$\text{MgSO}_4$	garam inggris atau sebagai penguras perut

Setelah kamu mengetahui sifat-sifat larutan asam, basa maupun garam dan indikator yang diperlukan untuk mengidentifikasinya, maka kamu dapat mengelompokkan bahan-bahan di sekitarmu dalam asam, basa, atau garam. Lakukan kegiatan berikut agar lebih jelas.

### Kegiatan 2.1

#### Indikator Asam Basa

##### Tujuan:

Mengidentifikasi asam basa dengan indikator alami dan kertas lakmus.

##### Alat dan bahan:

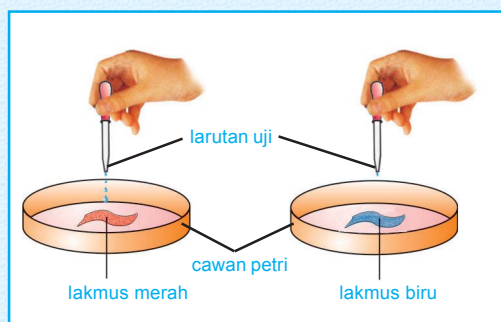
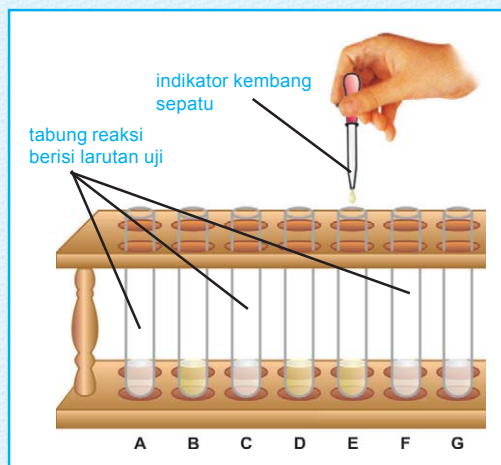
Wadah kaca, pipet tetes, tabung reaksi dan raknya, aquades, kertas lakmus merah, dan biru, ekstrak kembang sepatu, dan larutan uji yaitu cuka, jus jeruk, larutan garam dapur, larutan pasta gigi, larutan air kapur, larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , dan larutan NaOH.

##### Prosedur kerja:

1. Siapkan indikator kembang sepatu dengan cara seperti berikut.
  - a. Potong-potong kembang sepatu.



- b. Masukkan potongan-potongan kembang sepatu dalam blender, kemudian tambahkan air.
  - c. Blender air dan kembang sepatu.
  - d. Saring dan ambil filtratnya.
  - e. Amati warna filtrat tersebut.
- Masukkan masing-masing 2 mL larutan uji ke dalam tabung reaksi yang berbeda. Beri kode A, B, C, D, E, F, G pada masing-masing tabung reaksi larutan uji.
  - Teteskan indikator kembang sepatu pada masing-masing tabung reaksi. Perhatikan gambar di samping.
  - Amati yang terjadi dan perhatikan warna masing-masing larutan.
  - Siapkan kertas lakmus merah dan biru dalam wadah kaca yang berbeda.
  - Teteskan larutan uji dengan menggunakan pipet tetes ke atas kertas lakmus biru dan merah tersebut. Perhatikan gambar di samping. Ulangi langkah-langkah ini untuk masing-masing larutan uji.
  - Amati perubahan warna pada kertas lakmus.
  - Apakah kesimpulan dari percobaan ini?



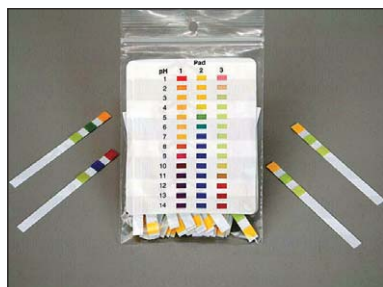
*Hati-hatilah menggunakan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) karena bahan ini berbahaya (korosif)!*

### 3. Skala Keasaman dan Kebasaan

Seperti yang telah kamu pelajari di depan bahwa untuk mengidentifikasi asam, basa atau garam dapat digunakan indikator (indikator alami dan indikator buatan). Adapun untuk mengetahui tingkat keasaman dan kebasaan suatu senyawa dapat diketahui dari nilai  $pH$  (*power of hydrogen*).

Tingkat  $pH$  berkisar antara 0 sampai 14. Nilai 7 menunjukkan suatu zat bersifat netral (tidak asam dan tidak basa). Suatu senyawa dikatakan bersifat asam jika mempunyai nilai  $pH$  yang lebih kecil daripada 7. Senyawa basa mempunyai nilai  $pH$  yang lebih besar daripada 7. Perhatikan skala  $pH$  dan warna standar yang ditunjukkan oleh indikator pada **Gambar 2.6**. Jika ujung kertas indikator kamu masukkan ke dalam suatu larutan, tiga jenis indikator asam-basa pada kertas itu akan berubah warna. Untuk mengetahui  $pH$ -nya, bandingkan ketiga warna pada kertas dengan warna standar pada wadah.

Derajat keasaman suatu senyawa berbeda-beda. Ada yang bersifat asam kuat dan ada pula yang bersifat asam lemah. Semakin kecil nilai  $pH$  atau semakin mendekati skala nol, maka tingkat keasamannya semakin kuat. Sebaliknya, jika nilai  $pH$  semakin besar atau mendekati skala 7, maka tingkat keasamannya semakin lemah. Contoh, jika asam cuka



**Gambar 2.6** Skala pH dan warna yang ditunjukkan oleh kertas indikator. Bandingkan warna pada kertas indikator dengan warna standar pada wadah untuk mengetahui pH larutan.

**Sumber:** [www.indigo.com](http://www.indigo.com)

( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) mempunyai  $\text{pH} = 3$  dan jus jeruk mempunyai  $\text{pH} = 4$  maka asam cuka mempunyai keasaman yang lebih kuat daripada jus jeruk.

Begitu juga dengan basa, semakin besar nilai  $\text{pH}$  atau semakin mendekati nilai 14 maka tingkat kebasaannya semakin kuat. Sebaliknya, jika nilai  $\text{pH}$  semakin kecil atau semakin mendekati nilai 7 maka tingkat kebasaannya semakin lemah. Contoh, jika natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) mempunyai nilai  $\text{pH} = 13$ , sedangkan pasta gigi mempunyai  $\text{pH} = 8$  maka natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) mempunyai kebasaan yang lebih kuat daripada pasta gigi.

### Latihan 2.1

1. Bagaimanakah cara menggunakan kertas lakmus untuk menentukan sifat asam, basa, dan garam suatu larutan?
2. Apakah yang dimaksud dengan asam itu? Berikan contoh senyawa-senyawa yang termasuk asam!
3. Apakah yang dimaksud dengan basa itu? Berikanlah contoh senyawa-senyawa yang termasuk basa!
4. Apakah garam itu? Berilah contoh senyawa-senyawa yang termasuk garam!
5. Apakah yang dimaksud dengan asam kuat dan asam lemah? Berilah masing-masing contohnya!
6. Jika apel mempunyai  $\text{pH} = 3$  dan tomat mempunyai  $\text{pH} = 4$ , manakah yang sifat keasamannya lebih besar?



## B Unsur dan Rumus Kimia

Semua benda yang ada di dunia ini, seperti batu, tanah, tumbuhan, hewan, dan alat-alat rumah tangga yang ada di sekitarmu merupakan materi. Tahukah kamu, apakah materi itu? Materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang. Istilah materi sering disamakan dengan istilah benda dan zat. Sebenarnya, baik benda, materi, dan zat dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang mempunyai massa dan menempati ruang.

Bagaimanakah cara mengenali materi? Tidak sulit bagi kamu untuk mengenali berbagai wujud materi tertentu. Kamu dapat melihat dan meraba zat padat, seperti kayu, besi, tanah, dan batuan atau kamu juga dapat melihat dan meraba zat cair, seperti air, minyak tanah, dan susu. Lalu bagaimanakah caramu mengenali zat gas? Tidaklah mudah untuk mengenali zat gas sebagai materi karena kebanyakan gas tidak dapat kamu lihat. Akan tetapi, ketika kamu meniup tanganmu, maka akan terasa hembusan udara yang keluar dari paru-paru. Kamu juga dapat mengenali bahwa gas mempunyai massa dengan membandingkan balon yang berisi udara dengan yang tidak berisi udara.

Balon yang penuh berisi udara mempunyai massa yang lebih besar dibandingkan jika balon itu tidak berisi udara.

Dari uraian tersebut jelaslah bahwa materi menempati ruang dan mempunyai massa. Akan tetapi, apakah sesungguhnya materi itu? Kamu mengenal sejumlah besar bahan yang berbeda-beda dan berbagai jenis materi yang berbeda-beda. Menurutmu apakah ada suatu kesamaan di antara bahan, seperti beton, besi, susu, lampu, mentega, darah, bulu kucing, dan gigi orang?

Permasalahan di atas akan semakin rumit jika kita mempertimbangkan bahwa banyak bahan yang kelihatannya murni tetapi sesungguhnya tidak semurni yang kamu bayangkan. Suatu lempeng beton terlihat dari jauh seperti suatu bahan seragam yang berwarna abu-abu. Jika kamu teliti lebih cermat, kamu akan mendapati bahwa beton tersebut terdiri atas beberapa jenis materi, yaitu butiran kerikil atau batu gerus yang terlekat pada semen.

Seember air laut seperti suatu bahan sederhana yang seragam. Akan tetapi, apabila airnya menguap, tertinggallah berbagai garam termasuk di antaranya garam dapur biasa atau natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ). Jika kamu alirkan arus listrik melalui cairan natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ), bahan itu akan terurai menjadi logam yang disebut dengan natrium dan gas yang disebut dengan klorin.

Materi di sekitar kita ada yang berupa zat tunggal, ada pula yang berupa campuran. Zat tunggal terdiri atas unsur dan senyawa. Apakah yang dimaksud dengan unsur dan senyawa itu?

## 1. Pengertian Unsur

Perhatikan beberapa macam benda, seperti sekrup, cincin, panci, pensil, dan lampu pijar. Nah, tahukah kamu terbuat dari apa benda-benda tersebut?

Sekrup terbuat dari besi. Cincin terbuat dari emas. Kawat pada lampu pijar terbuat dari tungsten (wolfram). Panci terbuat dari aluminium. Isi pensil terbuat dari karbon. Nah, besi, emas, tungsten, aluminium, dan karbon merupakan beberapa contoh unsur. Setelah mempelajari uraian di atas, dapatkah kamu menyimpulkan apakah sebenarnya yang dinamakan unsur itu? **Unsur** adalah zat tunggal yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat lain yang lebih sederhana melalui reaksi kimia sederhana.

Ada berapa unsur yang sudah kamu ketahui? Berikut ini beberapa unsur yang umum dikenali.

**Tabel 2.6** Beberapa unsur yang umum dikenali.

No.	Unsur	No.	Unsur
1.	Aluminium	23.	Kobalt
2.	Antimon	24.	Kromium



3.	Arsen	25.	Litium
4.	Barium	26.	Magnesium
5.	Belerang	27.	Mangan
6.	Berilium	28.	Merkuri
7.	Besi	29.	Natrium
8.	Bismut	30.	Nikel
9.	Boron	31.	Nitrogen
10.	Brom	32.	Oksigen
11.	Emas	33.	Perak
12.	Fluor	34.	Platina
13.	Fosfor	35.	Radium
14.	Helium	36.	Seng
15.	Hidrogen	37.	Serium
16.	Iodin	38.	Sesium
17.	Iridium	39.	Silikon
18.	Kadmium	40.	Tembaga
19.	Kalium	41.	Timah
20.	Kalsium	42.	Timbal
21.	Karbon	43.	Tungsten
22.	Klor	44.	Uranium

Pada kondisi normal, banyak di antara unsur ini berupa benda padat, seperti tembaga, emas, besi, dan timbal. Merkuri atau yang lebih dikenal dengan nama air raksa dan brom merupakan contoh unsur yang berwujud cair. Oksigen dan nitrogen adalah contoh unsur yang berupa gas. Nah, dapatkah kamu menyebutkan wujud dari unsur-unsur kimia lainnya?

Tahukah kamu bahwa sebenarnya bumi yang kita pijak ini terdiri dari berbagai macam unsur? Berikut ini delapan jenis unsur yang membentuk hampir 99% bagian kerak bumi.

**Tabel 2.7** Unsur-unsur yang membentuk kulit bumi.

Unsur	Persentase (%)
Aluminium	8,1
Besi	5,0
Kalium (potasium)	2,6
Kalsium	3,6
Magnesium	2,1
Natrium	2,9
Oksigen	46,6
Silikon	27,7
Unsur-unsur lainnya	1,4



Unsur-unsur apakah yang terdapat dalam air laut dan udara? Lautan terdiri atas air dan berbagai garam. Air tersusun atas unsur hidrogen dan oksigen. Udara hampir sepenuhnya merupakan campuran oksigen dan nitrogen ditambah dengan sejumlah kecil beberapa unsur lain. Tubuh manusia juga tersusun oleh berbagai unsur. Sebagian besar tubuh manusia terdiri dari air (hidrogen dan oksigen).

Unsur-unsur yang sudah dikenal ada yang berupa logam, bukan logam (nonlogam), dan semilogam. Logam adalah unsur yang memiliki sifat mengkilap dan umumnya merupakan penghantar listrik dan penghantar panas yang baik. Unsur-unsur logam umumnya berwujud padat pada suhu dan tekanan normal, kecuali raksa yang berwujud cair. Pada umumnya unsur logam dapat ditempa sehingga dapat dibentuk menjadi benda-benda lainnya. Nah, dapatkah kamu menyebutkan unsur-unsur yang termasuk logam? Beberapa unsur logam di antaranya besi, emas, perak, platina, dan tembaga. Contoh unsur-unsur logam ditunjukkan pada **Tabel 2.8**

**Tabel 2.8** Unsur-unsur logam.

Nama Indonesia	Nama Latin	Lambang Unsur	Bentuk Fisik
aluminium	<i>aluminium</i>	Al	padat, putih keperakan
barium	<i>barium</i>	Ba	padat, putih keperakan
besi	<i>ferrum</i>	Fe	padat, putih keperakan
emas	<i>aurum</i>	Au	padat, berwarna kuning
kalium	<i>kalium</i>	K	padat, putih keperakan
kalsium	<i>calsium</i>	Ca	padat, putih keperakan
kromium	<i>chromium</i>	Cr	padat, putih keperakan
magnesium	<i>magnesium</i>	Mg	padat, putih keperakan
mangan	<i>manganium</i>	Mn	padat, putih abu-abu
natrium	<i>natrium</i>	Na	padat, putih keperakan
nikel	<i>nickelium</i>	Ni	padat, putih keperakan

Adapun unsur nonlogam adalah unsur yang tidak memiliki sifat seperti logam. Pada umumnya, unsur-unsur nonlogam berwujud gas dan padat pada suhu dan tekanan normal. Dapatkah kamu menyebutkan contoh unsur nonlogam yang berwujud gas dan padat? Contoh unsur nonlogam yang berwujud gas adalah oksigen, nitrogen, dan helium. Contoh unsur nonlogam yang berwujud padat adalah belerang, karbon, fosfor, dan iodin. Zat padat nonlogam biasanya keras dan getas. Unsur nonlogam yang berwujud cair adalah bromin. Perhatikan contoh unsur nonlogam pada **Tabel 2.9** berikut.

**Tabel 2.9** Unsur-unsur nonlogam.

Nama Indonesia	Nama Latin	Lambang Unsur	Bentuk Fisik
belerang	<i>sulfur</i>	S	padat, kuning
bromin	<i>bromium</i>	Br	cair, cokelat kemerahan
fluorin	<i>fluorine</i>	F	gas, kuning muda
fosforus	<i>phosphorus</i>	P	padat, putih dan merah
helium	<i>helium</i>	He	gas, tidak berwarna
hidrogen	<i>hydrogenium</i>	H	gas, tidak berwarna
karbon	<i>carbonium</i>	C	padat, hitam
klorin	<i>chlorine</i>	Cl	gas, kuning kehijauan
neon	<i>neon</i>	Ne	gas, tidak berwarna
nitrogen	<i>nitrogenium</i>	N	gas, tidak berwarna
oksigen	<i>oxygenium</i>	O	gas, tidak berwarna
silikon	<i>silicium</i>	Si	padat, abu-abu mengkilap
iodin	<i>iodium</i>	I	padat, hitam (uapnya berwarna ungu)

Selain unsur logam dan nonlogam ada juga unsur semilogam atau yang dikenal dengan nama *metalloid*. Metalloid adalah unsur yang memiliki sifat logam dan nonlogam. Contoh unsur-unsur jenis ini dapat kamu lihat pada **Tabel 2.10**. Unsur semilogam ini biasanya bersifat semikonduktor. Apakah yang dimaksud semikonduktor? Bahan yang bersifat semikonduktor tidak dapat menghantarkan listrik dengan baik pada suhu yang rendah, tetapi sifat hantaran listriknya menjadi lebih baik ketika suhunya lebih tinggi.

**Tabel 2.10** Unsur-unsur semilogam.

Nama Indonesia	Nama Latin	Lambang Unsur	Bentuk Fisik
boron	<i>boronium</i>	B	padat, kecokelatan
silikon	<i>silicium</i>	Si	padat, abu-abu mengkilap
germanium	<i>germanium</i>	Ge	padat, abu-abu mengkilap
arsen	<i>arsenium</i>	As	padat, abu-abu mengkilap
antimon	<i>stibium</i>	Sb	padat, abu-abu mengkilap
tellurium	<i>tellurium</i>	Te	padat, keperakan
polonium	<i>polonium</i>	Po	padat, keperakan

Pada umumnya, unsur-unsur yang terdapat di alam bukan berupa unsur bebas, melainkan bergabung dengan unsur-unsur lain atau unsur-unsur sejenis membentuk senyawa berupa bijih atau mineral.

Dapatkah kamu menyebutkan contoh unsur lainnya yang ada di sekitarmu? Ayo, diskusikan dengan teman-temanmu untuk menemukan jawabannya.

## Tokoh Sains

Jöns Jakob Berzelius

















Jöns Jakob Berzelius (1779 - 1848) ialah seorang ilmuwan dari Swedia yang mengusulkan agar setiap unsur kimia diberi lambang berupa huruf awal dari nama unsur dalam bahasa Latin. Ia juga menunjukkan bahwa atom-atom berpegangan dalam molekul karena ada tegangan listrik. Dia menemukan beberapa unsur kimia yaitu silikon, selenium, thorium, dan cerium.

## 2. Penulisan Lambang Unsur

Jumlah unsur sangat banyak. Untuk memudahkan dalam mengingat dan mempelajarinya, maka nama unsur dapat dinyatakan dengan lambang unsur. Bagaimana cara menuliskan lambang unsur?

Setiap unsur memiliki lambang masing-masing berdasarkan nama ilmiah yang diambil dari nama latinnya. Penulisan lambang unsur mengalami berbagai perubahan dari masa ke masa, di antaranya lambang unsur pada zaman alkimia, masa John Dalton, dan masa Jakob Berzelius. Perubahan penulisan lambang unsur ini dapat kamu amati pada **Tabel 2.11**.

**Tabel 2.11** Perubahan lambang unsur dari masa ke masa.

Nama unsur	Zaman Alkimia	Menurut Dalton	Menurut Berzelius
Emas			Au
Perak			Ag
Tembaga			Cu
Besi			Fe
Merkuri			Hg
Belerang			S
Karbon			C

Penulisan lambang kimia yang dipakai sampai saat ini adalah berdasarkan usulan Jöns Jakob Berzelius. Menurut Berzelius, penulisan setiap unsur dilambangkan dengan satu huruf, yaitu huruf awal dari nama latin unsur tersebut yang dituliskan dengan huruf besar. Jika ada unsur yang mempunyai huruf awal yang sama, penulisan lambang unsur dibedakan dengan menambahkan satu huruf lain dari nama unsur tersebut yang dituliskan dengan huruf kecil.

Contoh penulisan lambang unsur yang menggunakan satu huruf ditunjukkan pada **Tabel 2.12** berikut.

**Tabel 2.12** Unsur-unsur yang dilambangkan dengan satu huruf.

Nama Unsur	Lambang	Nama Unsur	Lambang
Hidrogen	H	Nitrogen	N
Kalium	K	Fosforus	P

Yttrium	Y	Oksigen	O
Vanadium	V	Belerang	S
Wolfram	W	Flourin	F
Boron	B	Iodin	I
Karbon	C	Uranium	U

Unsur-unsur apa sajakah yang dilambangkan dengan dua huruf? Beberapa contoh unsur yang dilambangkan dengan dua huruf dapat kamu amati pada **Tabel 2.13** berikut.

**Tabel 2.13** Unsur-unsur yang dilambangkan dengan dua huruf.

Nama Unsur	Lambang	Nama Unsur	Lambang
Lithium	Li	Emas	Au
Natrium	Na	Seng	Zn
Magnesium	Mg	Raksa	Hg
Kalsium	Ca	Aluminium	Al
Barium	Ba	Silikon	Si
Kromium	Cr	Timah	Sn
Mangan	Mn	Timbal	Pb
Besi	Fe	Arsenik	As
Kobalt	Co	Klorin	Cl
Nikel	Ni	Helium	He
Platinum	Pt	Neon	Ne
Tembaga	Cu	Argon	Ar
Perak	Ag	Kadmium	Cd

Dari **Tabel 2.13**, kamu dapat mengamati bahwa penulisan lambang unsur dengan dua huruf adalah huruf pertama dituliskan dengan huruf kapital, sedangkan huruf kedua ditulis dengan huruf kecil.

### 3. Tabel Periodik Unsur

Di alam semesta ini terdapat 114 unsur baik alami maupun buatan. Unsur alami terdiri atas 91 jenis unsur dan 23 unsur sisanya merupakan unsur buatan.

Unsur-unsur tersebut dikelompokkan berdasarkan kemiripan sifatnya. Pengelompokan unsur ini dinamakan Tabel Periodik Unsur. Perhatikan Tabel Periodik Unsur pada **Gambar 2.7**.

#### Tokoh Sains

##### Mendeleyev



Dmitriy Ivanovich Mendeleev (1834-1907) ialah seorang ahli kimia dari Kekaisaran Rusia yang menciptakan tabel periodik berdasarkan peningkatan bilangan atom. Ia menemukan bahwa jika ia menata unsur-unsur menurut kenaikan massa atom, unsur dengan sifat yang mirip akan muncul dengan selang yang berskala. Ia berhasil menyajikan hasil kerjanya pada Himpunan Kimia Rusia di awal 1869.

Kelebihan tabel periodik yang disusun Mendeleev yaitu adanya adanya pengakuan tentang unsur-unsur baru yang belum diketahui pada masa ia menemukan tabel periodik tersebut seperti galium, germanium, dan skandium. Ia menyediakan ruang untuk unsur-unsur itu dan memperkirakan berapa massa atom dan bagaimana sifat-sifat kimianya nanti.



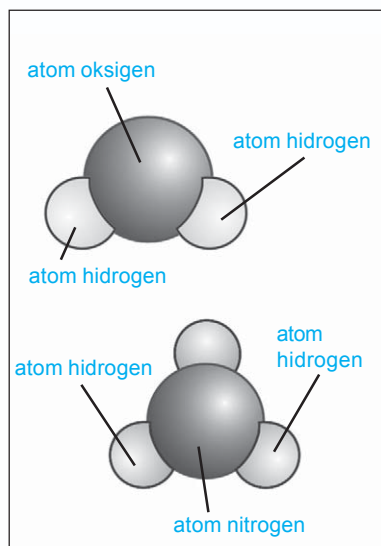
	1 IA	2 Logam alkali tanah IIA											13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 Gas Mulia VIIIA	
	1 H 1,008		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">           1 ← Nomor atom            H ← Simbol            1,008 ← Massa atom         </div>																
	3 Li 6,941	4 Be 9,012	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18	
Logam alkali	11 Na 22,99	12 Mg 24,31	Logam-logam transisi										13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95	
	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,88	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,59	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80	
	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc (98)	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3	
	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57 La* 138,9	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,9	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)	
	87 Fr (223)	88 Ra 226	89 Ac** (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Uun (269)	111 Uuu (272)	112 Uub (277)	113 Uut (289)	logam		bukan logam			
Logam-Logam Transisi Dalam																			
	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm (145)	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0					
	90 Th 232,0	91 Pa (231)	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)					

**Gambar 2.7** Tabel Periodik Unsur

Dari Tabel Periodik Unsur pada **Gambar 2.7**, dapat kita lihat bahwa unsur-unsur dapat digolongkan menjadi logam, nonlogam, *metalloid*, dan gas mulia.

## Tugas 2.3

Hafalkan lambang dari unsur-unsur dalam Tabel Periodik Unsur!



**Gambar 2.8** Struktur molekul (a) air dan (b) amoniak.

#### 4. Nama dan Rumus Kimia

Senyawa adalah zat-zat yang tersusun atas dua unsur atau lebih yang bergabung secara kimia dengan perbandingan massa tertentu. Dapatkah kamu memberikan contoh senyawa?

Air dan garam dapur merupakan salah satu contoh senyawa. Mengapa air dan garam dapur dikatakan senyawa? Air dan garam dapur dikatakan senyawa karena tersusun atas dua unsur atau lebih. Air tersusun atas dua jenis unsur, yaitu hidrogen dan oksigen dengan perbandingan massa tertentu dan tetap. Garam dapur juga tersusun atas dua jenis unsur, yaitu natrium dan klorin dengan perbandingan massa tertentu dan tetap. Contoh lainnya, nitrogen dan hidrogen bergabung membentuk amoniak.

Sama halnya dengan unsur kimia, senyawa kimia diberi nama dan lambang agar memudahkan untuk dipelajari. Bagaimana cara memberi nama sebuah senyawa? Perhatikan gambar molekul air dan amoniak pada **Gambar 2.8**.

Dari **Gambar 2.8** kamu dapat melihat bahwa molekul air tersusun atas dua buah atom hidrogen dan sebuah atom oksigen dengan perbandingan jumlah atom 2 : 1. Angka 2 menyatakan jumlah atom hidrogen dan angka 1 menyatakan jumlah atom oksigen. Lambang atom hidrogen adalah H, sedangkan lambang atom oksigen adalah O. Oleh karena itu, rumus kimia untuk air adalah  $H_2O$ .

Begitu juga halnya dengan amoniak, amoniak tersusun atas satu buah atom nitrogen dan tiga buah atom hidrogen. Lambang unsur atom nitrogen adalah N, sedangkan lambang unsur atom hidrogen adalah H. Oleh karena itu, rumus kimia untuk amonia adalah  $NH_3$ .

Penulisan rumus kimia sesuai dengan komposisi senyawa yang diperoleh berdasarkan percobaan. Misalnya, molekul tertentu dengan rumus kimia  $A_xB_y$ . Huruf kapital A dan B menyatakan lambang unsur penyusun senyawa tersebut, sedangkan indeks x dan y menyatakan jumlah relatif atom A dan B dalam molekul bersangkutan.

Dalam ilmu kimia, semua senyawa ditulis menggunakan lambang yang menunjukkan jenis unsur penyusunnya berikut komposisinya. Nah, lambang dari suatu senyawa dinamakan rumus kimia.

Beberapa materi yang ada di alam berada dalam bentuk molekul. Misalnya, gas oksigen ( $O_2$ ), gas nitrogen ( $N_2$ ), uap fosfor ( $P_4$ ), dan uap belerang ( $S_8$ ). Contoh senyawa lainnya ditunjukkan pada **Tabel 2.14**.

**Tabel 2.14** Nama senyawa dan rumus kimianya.

Nama Senyawa	Rumus Kimia	Komposisi Atom
Amonia	$NH_3$	1 atom N dan 3 atom H
Asam cuka	$CH_3COOH$	2 atom C, 4 atom H, dan 2 atom O
Asam klorida	HCl	1 atom H dan 1 atom Cl
Asam sulfat	$H_2SO_4$	2 atom H, 1 atom S, dan 4 atom O
Dinitrogen trioksida	$N_2O_3$	2 atom N dan 3 atom O
Gula pasir	$C_{12}H_{22}O_{11}$	12 atom C, 22 atom H, dan 11 atom O
Karbon dioksida	$CO_2$	1 atom C dan 2 atom O
Karbon monoksida	CO	1 atom C dan 1 atom O
Urea	$CO(NH_2)_2$	1 atom C, 1 atom O, 2 atom N, dan 4 atom H

## Contoh

Tulislah senyawa berikut ke dalam rumus kimianya!

1. Hidrogen peroksida yang tersusun atas dua atom hidrogen dan dua atom oksigen.
2. Magnesium klorida yang tersusun atas satu atom magnesium dan dua atom klorin
3. Karbon monoksida yang tersusun atas satu atom karbon dan satu atom oksigen.

### Jawab:

Dalam menuliskan rumus kimia, nama unsur pertama dituliskan di depan, diikuti dengan nama unsur kedua. Angka indeks satu tidak perlu ditulis.

1. Hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )
2. Magnesium klorida ( $\text{MgCl}_2$ )
3. Karbon monoksida ( $\text{CO}$ )

Jumlah senyawa yang ada di dunia ini sangatlah banyak. Oleh karena itu diperlukan sistem penamaan agar memudahkan kita untuk mempelajarinya. Pada pembahasan ini, kita hanya akan mempelajari tata nama senyawa *biner* yaitu senyawa yang tersusun dari dua jenis unsur.

Senyawa biner dapat merupakan gabungan dari atom nonlogam dengan nonlogam atau atom logam dengan atom nonlogam. Tahukah kamu unsur-unsur apa saja yang termasuk logam atau nonlogam? Perhatikan kembali tabel periodik pada Gambar 2.8 agar kamu mengetahui unsur-unsur yang termasuk logam atau nonlogam.

### a. Senyawa Biner dari Sesama Nonlogam

Aturan penulisan senyawa biner dari sesama nonlogam adalah sebagai berikut.

- 1) Unsur nonlogam yang terdapat di sebelah kiri pada urutan berikut, dituliskan terlebih dahulu.

B - Si - C - S - As - P - N - H - S - I - Br - Cl - O - F

Sebagai contoh, rumus kimia karbon dioksida dituliskan  $\text{CO}_2$  bukan  $\text{O}_2\text{C}$  atau rumus kimia air dituliskan sebagai  $\text{H}_2\text{O}$  bukan  $\text{OH}_2$ .

- 2) Nama senyawa biner dari dua jenis unsur nonlogam diambil dari rangkaian nama kedua jenis unsur tersebut dan diberi akhiran *-ida* pada nama unsur yang kedua.

Contoh

$\text{CO}$  : karbon monoksida

$\text{CaO}$  : kalsium oksida

- 3) Jika pasangan unsur yang bersenyawa membentuk lebih dari sejenis senyawa, nama unsur tersebut dibedakan dengan menyebut angka dalam bahasa latin, seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 2.15**.

**Tabel 2.15** Angka indeks dalam bahasa Latin.

Angka	Bahasa Latin
1	mono
2	di
3	tri
4	tetra
5	penta
6	heksa
7	hepta
8	okta
9	nona
10	deka

Contoh

CO : karbon monoksida  
CO<sub>2</sub> : karbon dioksida  
NO<sub>2</sub> : nitrogen dioksida  
N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : dinitrogen trioksida

#### b. Senyawa Biner dari Logam dan Nonlogam

Aturan penulisan senyawa biner dari logam dan nonlogam adalah unsur logam ditulis terlebih dahulu.

Contoh:

Garam dapur terdiri atas unsur logam (natrium) dan unsur nonlogam (klorin). Oleh karena itu rumus kimia garam dapur dituliskan NaCl (natrium klorida).

Rumus kimia dibedakan menjadi dua, yaitu *rumus empiris* dan *rumus molekul*. Apakah yang disebut dengan rumus empiris? *Rumus empiris* adalah perbandingan paling sederhana dari atom-atom yang membentuk senyawa. Contoh rumus empiris amoniak adalah NH<sub>3</sub>. Rumus kimia sesungguhnya dapat sama dengan rumus empiris atau kelipatan dari rumus empirisnya. Rumus sesungguhnya amoniak sama dengan rumus empirisnya, yaitu NH<sub>3</sub>. Rumus sesungguhnya dari asetilena adalah C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, yang merupakan kelipatan dua dari rumus empirisnya, yaitu CH.

Untuk senyawa molekuler, penting untuk diketahui berapa jumlah atom yang terdapat dalam setiap molekulnya. Jadi, *rumus molekul* dapat didefinisikan sebagai rumus kimia yang menyatakan perbandingan jumlah atom sesungguhnya dari atom-atom yang menyusun suatu molekul.

Dengan demikian, rumus empiris dan rumus molekul memiliki kesamaan dalam hal jenis unsurnya. Perbedaannya terletak pada perbandingan relatif jumlah unsur yang menyusun senyawa itu. Hubungan antara rumus empiris dan rumus molekul dari beberapa senyawa dapat kamu amati melalui tabel berikut.

**Tabel 2.16** Hubungan antara rumus empiris dan rumus molekul beberapa senyawa.

Rumus Senyawa	Rumus Molekul	Rumus Empiris
Air	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O
Butana	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>n</sub> n = 2
Etana	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	(CH <sub>3</sub> ) <sub>n</sub> n = 2
Etena	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> n = 2
Etuna	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	(CH) <sub>n</sub> n = 2
Glukosa	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	(CH <sub>2</sub> O) <sub>n</sub> n = 6



### Contoh

Tentukan rumus empiris dari rumus-rumus molekul berikut!

- hidrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ )
- propena ( $\text{C}_3\text{H}_6$ )
- hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )
- benzena ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )
- butena ( $\text{C}_4\text{H}_8$ )

### Jawab:

Rumus empiris adalah rumus paling sederhana dari molekul. Jadi, rumus empiris dari

- hidrazin adalah  $\text{NH}_2$ ,  $n = 2$
- propena adalah  $\text{CH}_2$ ,  $n = 3$
- hidrogen peroksida adalah  $\text{HO}$ ,  $n = 2$
- benzena adalah  $\text{CH}$ ,  $n = 6$
- butena adalah  $\text{CH}_2$ ,  $n = 4$

### Latihan 2.2

- Jelaskan cara penulisan unsur menurut Jons Jacob Berzelius!
- Apakah lambang dari unsur-unsur berikut ini?
  - Hidrogen
  - Wolfam
  - Nitrogen
  - Kalium
  - Karbon
  - Fosforus
- Apakah nama unsur dari lambang berikut ini?
  - Li
  - Ca
  - Fe
  - Mg
  - Mn
  - Pt
- Bagaimana rumus kimia dari gula pasir, asam cuka, dan urea?
- Bagaimana rumus molekul dan rumus empiris glukosa yang setiap molekulnya terdiri atas 6 atom karbon, 12 atom hidrogen, dan 6 atom oksigen?
- Tentukan nama dari:
  - $\text{Cl}_2\text{O}_3$
  - $\text{NO}_2$
  - $\text{N}_2\text{O}_5$
  - $\text{SO}_2$
  - $\text{MgO}$
  - $\text{Al}_2\text{S}_3$



## Membandingkan Sifat Unsur, Senyawa, dan Campuran

Pada subbab di depan kamu telah mempelajari unsur dan senyawa, sekarang kamu tentunya sudah dapat membedakan unsur dengan senyawa. Bagaimana perbedaan unsur, senyawa dengan campuran? Marilah kita pelajari lebih lanjut agar lebih jelas!

## 1. Campuran

Pernahkah kamu membuat susu cair? Ketika membuat susu cair kamu mencampurkan antara susu bubuk dengan air panas. Setelah itu, aduk secara merata campuran susu dengan air tersebut sehingga susu bubuk yang berwujud padat tidak terlihat lagi. Nah, susu bubuk yang telah bercampur dengan air dinamakan campuran.

Pada umumnya, suatu bahan tidak terdiri atas satu jenis zat murni, tetapi merupakan campuran beberapa zat murni. Misalnya, sirup merupakan campuran gula (senyawa karbon, hidrogen, dan oksigen) dan air. Akan tetapi, dapatkah kamu membedakan antara senyawa dan campuran? Suatu senyawa terbentuk sebagai hasil suatu peristiwa kimia atau reaksi kimia, sedangkan campuran dihasilkan dari proses perubahan yang sama sekali berbeda, yaitu peristiwa fisika.

Jadi, campuran dapat didefinisikan sebagai materi yang terdiri atas dua jenis zat atau lebih. Dapatkah kamu menyebutkan contoh campuran lainnya yang ada di sekitarmu? Diskusikanlah dengan teman-temanmu untuk mencari jawabannya.

Campuran dibagi menjadi dua jenis, yaitu campuran homogen dan campuran heterogen. Apakah perbedaan antara campuran homogen dan heterogen? Lakukanlah **Kegiatan 2.2** berikut.

### Kegiatan 2.2

#### Perbedaan antara Campuran Homogen dengan Campuran Heterogen

##### Tujuan:

Mengetahui perbedaan campuran homogen dengan campuran heterogen.

##### Alat dan bahan:

Dua buah gelas, sendok makan, air, gula pasir, dan tanah.

##### Prosedur kerja:

1. Tuangkan air ke dalam gelas pertama dan kedua dengan jumlah yang sama.
2. Masukkan dua sendok makan gula pasir ke dalam gelas pertama.
3. Masukkan dua sendok makan tanah ke dalam gelas kedua. Perhatikan gambar di samping.
4. Aduk setiap gelas sampai gula pasir dan tanah bercampur dengan rata.
5. Biarkan beberapa saat, amati dan bandingkan gelas pertama dan kedua.
6. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?



Dari **Kegiatan 2.2**, kamu dapat mengamati ketika gula pasir di masukkan ke dalam gelas yang berisi air, kemudian kamu aduk hingga merata. Gula pasir yang semula berwujud padat tidak terlihat lagi. Campuran seperti ini dinamakan campuran homogen. Campuran homogen disebut juga *larutan*.

Larutan terdiri atas pelarut (*solvent*) dan zat terlarut (*solute*). Dalam contoh di atas, maka gula sebagai *solute* dan air sebagai *solvent*. Larutan dapat berupa padatan, cairan dan gas.

Beberapa contoh campuran homogen yang sering kamu temui dalam kehidupan sehari-hari, yaitu cuka, sirup, dan panci *stainless steel*. Cuka dibuat dari campuran asam cuka pekat dengan air. Sirup terbuat dari campuran gula pasir, pewarna, dan air. Panci terbuat dari *stainless steel* atau baja tahan karat yang terbuat dari campuran besi, krom, dan nikel.

Nah, apa yang terjadi dengan tanah yang dilarutkan dalam air? Ketika tanah dimasukkan ke dalam gelas berisi air, kemudian kamu aduk secara merata, tanah akan terlihat larut dalam air. Akan tetapi, setelah kamu biarkan beberapa menit, tanah akan terlihat mengendap. Campuran seperti ini dinamakan campuran heterogen.

Dapatkah kamu memberikan contoh campuran heterogen lainnya? Campuran antara minyak dan air akan membentuk campuran heterogen. Mengapa demikian? Diskusikanlah dengan teman-temanmu untuk menjelaskan alasan campuran minyak dan air dikatakan sebagai campuran heterogen.

Campuran heterogen dibedakan menjadi koloid dan suspensi. Suspensi tampak keruh dan tidak stabil. Suspensi dapat dipisahkan dengan penyaringan. Contoh suspensi adalah campuran kapur dengan air. Koloid merupakan bentuk campuran antara larutan dan suspensi, contohnya santan. Koloid umumnya keruh.

### Tugas 2.4

Kumpulkan zat-zat campuran yang ada di sekitar rumah dan sekolahmu. Kemudian, golongkanlah campuran tersebut dalam campuran homogen dan campuran heterogen. Bacakan hasilnya di depan kelas untuk didiskusikan bersama guru dan teman-temanmu.

## 2. Perbandingan Sifat Unsur, Senyawa, dan Campuran

Setelah kamu memahami pengertian unsur, senyawa, dan campuran, tahukah kamu sifat-sifat yang dimiliki unsur, senyawa, dan campuran?

### a. Sifat Unsur

Pada tabel periodik, kamu telah mengetahui bahwa unsur dapat digolongkan ke dalam logam atau nonlogam. Sifat unsur logam berbeda dengan sifat unsur nonlogam. Perbandingan sifat antara unsur logam dan nonlogam dapat kamu amati pada **Tabel 2.17**.



**Tabel 2.17** Perbandingan sifat antara unsur logam dan nonlogam.

Unsur Logam	Unsur Nonlogam
1. Berwujud padat, kecuali raksa.	1. Dapat berwujud padat, cair, dan gas.
2. Bersifat kuat dan dapat ditempa.	2. Bersifat rapuh dan tidak dapat ditempa.
3. Dapat menghantarkan listrik dan panas (bersifat konduktor).	3. Tidak dapat menghantarkan listrik dan panas (isolator), kecuali grafit.

Beberapa unsur ada yang mempunyai sifat logam dan sekaligus nonlogam. Unsur-unsur tersebut digolongkan sebagai unsur *metalloid*.

#### b. Sifat Senyawa

Jika unsur-unsur kimia bergabung membentuk senyawa, apakah sifat senyawa yang terbentuk akan sama dengan sifat unsur-unsur yang membentuknya? Misalnya air merupakan senyawa. Air mempunyai sifat bening, tidak berasa, dan berwujud cair. Nah, seperti yang telah kamu ketahui, air tersusun atas dua unsur hidrogen dan satu unsur oksigen. Unsur hidrogen mempunyai sifat tidak berwarna dan tidak berwujud, sedangkan unsur oksigen mempunyai sifat tidak berwarna, tidak berbau, dan berwujud gas.

Lakukan kegiatan berikut untuk membedakan sifat unsur dengan senyawa.

### Kegiatan 2.3

#### Perbedaan Sifat Unsur dan Senyawa

##### Tujuan:

Mengetahui perbedaan sifat unsur dengan senyawa.

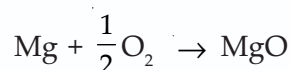
##### Alat dan bahan:

Logam magnesium (Mg), wadah dari tanah liat, kaki tiga, pemanas bunsen.

##### Prosedur kerja:

1. Amati dan catat warna logam magnesium (Mg).
2. Masukkan gulungan logam Mg dalam wadah dari tanah liat.
3. Panaskan.
4. Amati logam Mg.
5. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?

Pada **Kegiatan 2.3**, terjadi reaksi pembakaran logam magnesium (Mg) yang dapat dituliskan sebagai berikut.



Dari reaksi di atas, terlihat bahwa pembakaran Mg (unsur) dengan O<sub>2</sub> (unsur) menghasilkan senyawa baru yaitu MgO



yang memiliki sifat-sifat yang berbeda dengan unsur penyusunnya. Jadi sifat senyawa berbeda dengan sifat unsur penyusunnya.

### c. Sifat Campuran

Suatu campuran dapat merupakan gabungan unsur dengan unsur, unsur dengan senyawa, atau senyawa dengan senyawa. Misalnya, *stainless steel* (baja tahan karat) terbuat dari campuran besi, krom, dan nikel. Nah, menurutmu apakah sifat campuran sama dengan sifat zat-zat penyusunnya? Komposisi unsur-unsur penyusun suatu campuran tidak tertentu, sehingga rumus kimia suatu campuran tidak dapat ditentukan. Pemisahan campuran dapat dilakukan secara fisika. Perbedaan sifat antara unsur, senyawa, dan campuran ditunjukkan pada **Tabel 2.18** berikut.

**Tabel 2.18** Perbedaan antara unsur, senyawa, dan campuran.

Unsur	Senyawa	Campuran
Tersusun dari satu jenis atom saja.	Tersusun dari dua jenis unsur atau lebih secara kimia.	Tersusun dari dua atau lebih unsur/senyawa secara fisika.
Tidak dapat diuraikan menjadi zat yang lebih sederhana dengan reaksi kimia biasa.	Dapat diuraikan menjadi unsur-unsur penyusunnya dengan reaksi kimia biasa.	Dapat dipisahkan menjadi zat-zat penyusunnya secara fisika.
	Perbandingan massa unsur-unsur penyusunnya selalu tetap.	Perbandingan massa zat-zat penyusunnya tidak tetap.
	Sifatnya berbeda dengan sifat unsur-unsur penyusunnya.	Sifatnya sama dengan sifat zat-zat penyusunnya.

### Latihan 2.3

1. Jelaskan perbedaan senyawa logam dengan nonlogam, dan masing-masing berikan contohnya!
2. Jelaskan perbedaan sifat antara senyawa dengan campuran!
3. Jelaskan perbedaan antara campuran homogen dengan campuran heterogen! Masing-masing berikan contohnya!
4. Jelaskan perbedaan antara suspensi dan koloid, serta berikan contohnya!
5. Berikan contoh campuran homogen yang berupa padatan!

## Rangkuman

- Semua zat kimia merupakan asam, basa dan garam.
- Asam memiliki sifat antara lain rasanya masam, menghantarkan arus listrik, jika dilarutkan dalam air akan melepaskan ion hidrogen, mengubah lakmus biru menjadi merah dan korosif terhadap logam.
- Basa memiliki sifat licin jika terkena kulit, menghantarkan arus listrik, jika dilarutkan dalam air akan melepaskan ion hidroksida, mengubah lakmus merah menjadi biru dan menetralkan asam.
- Garam bersifat menghantarkan arus listrik (dalam bentuk lelehan) dan tidak mengubah warna kertas lakmus merah maupun biru.
- Untuk mengidentifikasi asam, basa, dan garam digunakan indikator alami (ekstrak kulit manggis, kubis ungu dan bunga sepatu) dan indikator buatan (kertas lakmus, indikator universal, dan pH meter).
- Tingkat keasaman dinyatakan dengan angka 1 - 14. Larutan bersifat asam jika pH kurang dari 7, larutan netral memiliki pH 7 dan larutan basa memiliki pH lebih dari 7.
- Jenis zat kimia yang utama dibedakan menjadi unsur, senyawa, dan campuran.
- Unsur merupakan zat tunggal yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat lain yang lebih sederhana melalui reaksi kimia sederhana.
- Nama unsur dapat dinyatakan dengan lambang unsur. Lambang unsur yang kita gunakan sekarang ini menurut usulan Berzelius.
- Senyawa merupakan zat yang tersusun atas dua unsur atau lebih yang bergabung secara kimia dengan perbandingan massa tertentu. Rumus kimia dari senyawa dinyatakan dengan  $A_xB_y$ , di mana A dan B menyatakan lambang unsur penyusun sedangkan x dan y menyatakan jumlah relatif atom A dan B dalam senyawa.
- Campuran merupakan materi yang tersusun atas dua jenis zat atau lebih dengan perbandingan tidak tetap. Campuran dibedakan atas campuran homogen (larutan) dan campuran heterogen (suspensi dan koloid).

## Refleksi

Kamu telah menyelesaikan pelajaran bab 2. Sebelum melangkah ke bab berikutnya, lakukan evaluasi pemahaman materi bab ini dengan menjawab beberapa pertanyaan. Jika semua pertanyaan kamu jawab dengan 'ya', lanjutkan mempelajari bab 3. Jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', kamu perlu mengulangi belajar materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada yang sukar atau kamu tidak dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

1. Dapatkah kamu mengemukakan cara mengklasifikasikan zat?
2. Tahukah kamu pengertian asam, garam, dan basa beserta contoh-contoh zatnya?
3. Bisakah kamu menjelaskan derajat keasaman dan cara mengetahui keasaman suatu zat?
4. Dapatkah kamu melakukan klasifikasi terhadap bahan-bahan yang biasa kamu jumpai sehari-hari melalui percobaan sederhana ke dalam asam, basa, dan garam?
5. Mampukah kamu menjelaskan unsur, nama dan lambang unsur, senyawa, dan rumus kimia suatu senyawa?
6. Dapatkah kamu menjelaskan pengertian unsur, senyawa, dan campuran serta membedakan sifat-sifatnya?

**A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!**

- Bahan berikut yang bersifat basa adalah ....
  - air aki
  - jeruk nipis
  - larutan cuka
  - larutan sabun
- Bahan berikut yang bersifat asam adalah ....
  - pasta gigi
  - tomat
  - amoniak
  - natrium hidroksida
- Bahan berikut yang dapat dijadikan sebagai indikator alami asam-basa adalah ....
  - kulit jeruk
  - kulit manggis
  - kulit tomat
  - kulit pisang
- Senyawa yang bersifat asam akan menghasilkan ....
  - ion  $H^+$
  - ion  $OH^+$
  - ion  $H^-$
  - ion  $OH^-$
- Larutan garam dapur mempunyai  $pH$  sebesar ....
  - 5
  - 6
  - 7
  - 8
- Jika suatu senyawa mempunyai  $pH = 8$ , senyawa tersebut merupakan ....
  - asam lemah
  - asam kuat
  - basa lemah
  - basa kuat
- Nilai  $pH$  yang mungkin untuk asam cuka adalah ....
  - 3
  - 7
  - 8
  - 10
- Di antara zat berikut yang tergolong unsur adalah ....
  - air
  - gula pasir
  - perak
  - asam cuka
- Pernyataan yang paling tepat mengenai unsur adalah ....
  - zat tunggal yang tidak dapat diuraikan menjadi zat yang lebih sederhana
  - zat tunggal yang tidak dapat bercampur dengan zat lain
  - zat tunggal yang sudah tidak dapat dibagi lagi
  - zat tunggal yang tidak dapat bersenyawa dengan zat tunggal lain
- Lambang unsur raksa adalah ....
  - R
  - Ra
  - Hg
  - Hr
- Gas berbahaya yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna adalah gas karbon monoksida. Penulisan rumus kimia karbon monoksida adalah ....
  - CO
  - CO<sub>2</sub>
  - C<sub>2</sub>O
  - CO<sub>3</sub>
- Rumus kimia urea adalah CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>. Maka setiap molekul urea mengandung ....
  - 1 atom karbon, 1 atom oksigen, 1 atom nitrogen, dan 2 atom hidrogen
  - 1 atom karbon, 1 atom oksigen, 1 atom nitrogen, dan 4 atom hidrogen
  - 1 atom karbon, 1 atom oksigen, 2 atom nitrogen, dan 2 atom hidrogen
  - 1 atom karbon, 1 atom oksigen, 2 atom nitrogen, dan 4 atom hidrogen

13.  $\text{N}_2\text{O}_3$  adalah rumus kimia dari senyawa ....
- nitrogen trioksida
  - trinitrogen dioksida
  - dinitrogen dioksida
  - dinitrogen trioksida
14. Rumus empiris untuk glukosa adalah ....
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ,  $n = 0$
  - $(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3)_n$ ,  $n = 2$
  - $(\text{CH}_2\text{O})_n$ ,  $n = 6$
  - $(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)_n$ ,  $n = 3$
15. Jika logam natrium dicampurkan dengan gas klorin akan membentuk garam dapur ( $\text{NaCl}$ ). Sifat garam dapur berbeda dengan sifat unsur pembentuknya. Materi seperti ini disebut ....
- unsur
  - senyawa
  - larutan
  - campuran heterogen

## B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar!

- Bagaimanakah cara menentukan sifat asam, basa, dan garam dari suatu larutan?
- Jelaskan perbedaan rumus empiris dengan rumus molekul, dan berikan contohnya!
- Apakah air dan garam dapur dapat disebut senyawa? Jelaskan!
- Tulislah nama senyawa berikut!
 

a. $\text{PCl}_3$	d. $\text{N}_2\text{O}_5$
b. $\text{AlCl}_3$	e. $\text{P}_2\text{O}_5$
c. $\text{SO}_2$	
- Jelaskan perbedaan sifat antara unsur, senyawa dan campuran!

## Wacana Sains

### Mengonsumsi Garam

Dalam hal mengonsumsi garam, tirulah orang Eskimo, warga Dayak, atau Indian Inca. Mereka nyaris tidak makan garam, tapi tetap bisa hidup. Menu mereka cenderung hambar, namun tidak ada yang kurang dalam kelangsungan kerja mesin tubuhnya. Dan memang seperti itulah yang sesungguhnya tubuh kita butuhkan. Menu asin terbentuk lebih karena budaya orang urban manakala rasa enak garam dapur ditemukan. Budaya gemar garam begini yang tanpa disadari telah merongrong ginjal orang-orang di dunia untuk bekerja lebih keras membuang kelebihan natrium (sodium) dari garam yang ditelan setiap hari. Padahal, tubuh tidak memerlukan garam sebanyak kebiasaan budaya makan kita.

Garam dikenal identik dengan penyakit darah tinggi. Itu sebab bukan cuma orang *gedongan* yang bisa kena darah tinggi, jika masih banyak rakyat kecil yang menu hariannya ikan asin. Dalam garam dapur terkandung unsur natrium dan klor ( $\text{NaCl}$ ). Unsur natrium penting untuk mengatur keseimbangan cairan di dalam tubuh, selain bertugas dalam transmisi saraf dan kerja otot.

Kita boleh tidak makan garam, asal ada natrium dalam menu harian. Banyak menu harian yang menyimpan natrium dan itu sudah bisa mencukupi kebutuhan tubuh. Namun, oleh karena natrium yang secara alami terkandung dalam bahan makanan tidak berikatan dengan klor, maka tak memberi cita rasa asin pada lidah kita. Itu berarti, kendati menu yang kita konsumsi tanpa garam atau tak bercita rasa asin, tidak berarti tubuh tak memperoleh kecukupan natrium. Demikian pula kebanyakan menu harian orang Eskimo, Dayak, dan Indian yang tidak asin namun tubuh tidak kekurangan natrium.



Tubuh membutuhkan kurang dari tujuh gram garam dapur sehari atau setara dengan 3.000 mg natrium. Kebanyakan menu harian kita memberi berlipat-lipat kali lebih banyak dari itu. Selain meninggikan tekanan darah, kerja ginjal jadi jauh lebih berat untuk membuangnya. Jika sangat berlebihan bisa membuat pikiran kacau dan jatuh koma.

Satu sendok teh garam dapur berisi 2.000 mg natrium. Natrium yang terkandung dalam setiap menu modern rata-rata sekitar 500 mg. Pada takaran itu ginjal sudah perlu lembur untuk tetap mempertahankan keseimbangan cairan dan asam-basa agar mesin tubuh tak kacau dari penyakit akibat kelebihan natrium tidak sampai muncul.

Jenis makanan yang banyak mengandung natrium, antara lain, soda kue, bubuk soda sebagai pengawet, obat pencahar (*laxative*), menu yang dipanggang, keju, makanan kaleng dan laut (*seafood*), serta padi-padian (*cereals*). Bagi yang pantang garam, juga perlu menjauhi jenis sumber natrium tinggi ini. Jenis makanan yang rendah natrium, antara lain, buah dan sayur-mayur segar, daging dan unggas segar, jenis *cereals* dan gandum yang dimasak.

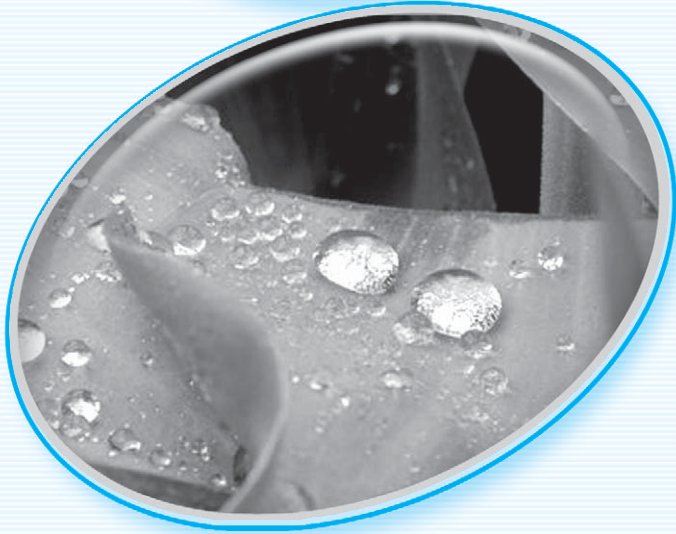
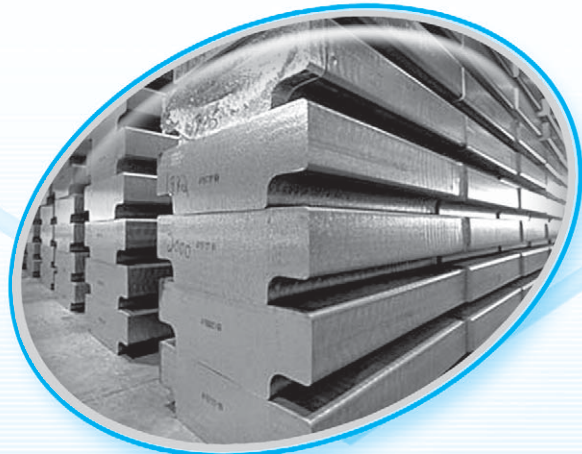
Bukan cuma darah tinggi, orang yang mengidap penyakit jantung dan tungkainya bengkak, perlu membatasi asupan natrium juga. Begitu juga jika mengidap penyakit ginjal, keracunan kehamilan (*toxemia gravidarum*), dan gangguan hati. Termasuk mereka yang sedang menjalani terapi dengan obat golongan *corticosteroid* (pasien asam kena penyakit autoimmune, kulit, ginjal *nephritic syndrome*).

Namun, jika pantang garam kelewat ketat bisa berbahaya juga. Kekurangan natrium dan klor secara drastis bisa menjadi beban lain bagi ginjal, dengan gejala pembengkakan (*oedema*) juga. Kaki bengkak lantaran penyakit jantung, hati, atau ginjal, berbeda dengan bengkak karena kekurangan natrium.

Sumber: <http://www.kompas.com>

# Bab **III**

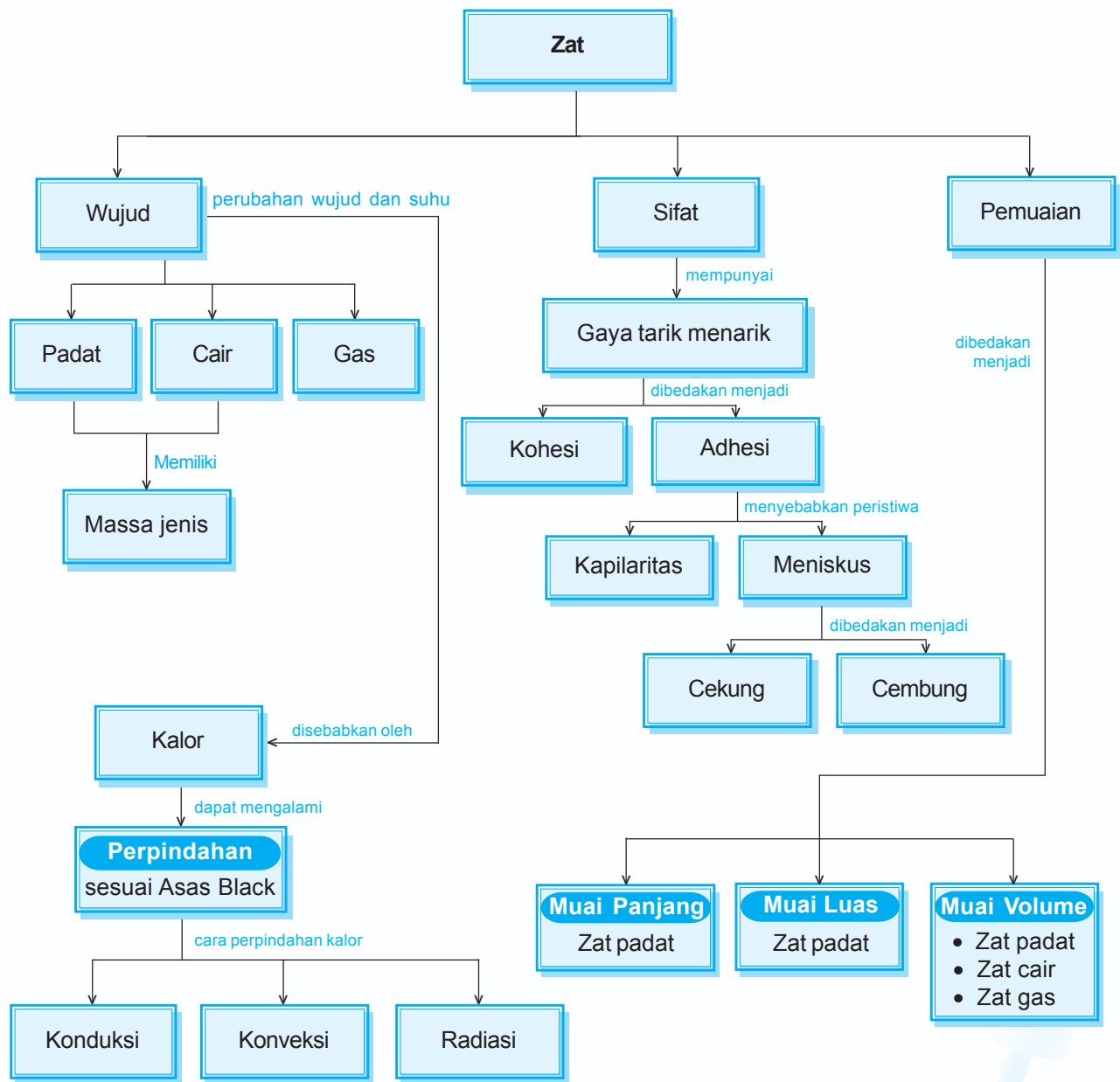
## Wujud Zat dan Perubahannya



Embun merupakan zat cair yang terbentuk karena proses pengembunan yaitu perubahan zat gas menjadi zat cair. Wujud zat dibedakan atas zat padat, cair, dan gas. Bagaimana sifat-sifat zat tersebut? Dan bagaimana peranan kalor dalam mengubah wujud zat?

Mari kita pelajari bab berikut untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas. Pada bab ini kamu akan belajar memahami wujud zat dan perubahannya. Hal ini mencakup sifat zat berdasarkan wujudnya, konsep massa jenis, pemuaian dalam kehidupan, dan peranan kalor dalam mengubah wujud zat dan suhu benda serta penerapannya.

# Peta Konsep



## Kata Kunci

- zat
- kalor
- pemuaian

Berdasarkan wujudnya, zat dapat dibedakan menjadi tiga yaitu zat padat, zat cair, dan zat gas. Bagaimana sifat-sifat dari wujud zat tersebut? Wujud zat dapat berubah. Hal ini dipengaruhi oleh adanya kalor. Marilah kita pelajari lebih lanjut agar lebih jelas



## A Sifat Zat Berdasarkan Wujudnya

*Zat padat* adalah zat yang mempunyai bentuk dan volume tetap. Dilihat dari susunan molekul dan ikatan antarmolekulnya, zat padat mempunyai susunan molekul yang teratur dan gaya tarik-menarik antarmolekulnya yang kuat. Contoh zat padat antara lain batu, meja, kapur tulis, papan tulis, dan pensil. Dapatkah kamu menyebutkan contoh zat padat lainnya yang ada di sekitarmu?

Adapun *zat cair* adalah zat yang mempunyai volume tetap, tetapi bentuknya selalu berubah-ubah mengikuti tempatnya. Dilihat dari susunan molekul dan ikatan antarmolekulnya zat cair mempunyai susunan molekul yang kurang teratur dan jarak antarmolekulnya yang agak renggang sehingga gaya tarik menarik antarmolekulnya relatif lebih rendah dibandingkan dengan zat padat. Contoh zat cair antara lain air sirup, air teh, dan air mineral.

Apakah gas itu? *Gas* adalah zat yang mempunyai bentuk dan volume yang tidak tetap. Hal ini disebabkan karena susunan molekul-molekul gas sangat tidak teratur sehingga gaya tarik-menarik antarmolekulnya sangat lemah. Contoh zat gas adalah udara. Perbedaan sifat-sifat zat padat, zat cair, dan zat gas dapat kamu lihat pada **Tabel 3.1**.



**Gambar 3.1** Air (zat cair) dapat berubah wujud menjadi es (zat padat) dan uap air (zat gas).

*Sumber: Microsoft Student, 2006*

**Tabel 3.1** Sifat-sifat zat padat, cair, dan gas.

Sifat	Zat Padat	Zat Cair	Zat Gas
Bentuk	Tetap	Mengikuti wadahnya	Mengikuti bentuk wadahnya
Volume	Tetap	Tetap	Tergantung pada tempatnya
Kompresibilitas (pemampatan)	Tidak dapat dimampatkan	Sulit untuk dimampatkan	Mudah dimampatkan
Massa jenis	Umumnya mempunyai massa jenis besar	Mempunyai massa jenis sedang	Mempunyai massa jenis yang sangat kecil
Kemudahan mengalir	Tidak mengalir	Dapat mengalir	Dapat mengalir

Nah, dari uraian tersebut kamu telah memahami bahwa zat padat, zat cair, dan gas tersusun dari beberapa molekul. Molekul ini merupakan komponen pembangun suatu zat yang sangat aneh karena molekul-molekul tersebut terus bergerak, kecuali pada suhu teoritis yang disebut suhu nol mutlak.





**Gambar 3.2** Pada suhu  $-182,96^{\circ}\text{C}$  oksigen berubah wujud dari gas menjadi cair, dan apabila suhu diturunkan menjadi  $-218,4^{\circ}\text{C}$  akan berubah wujud menjadi padat.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

Apakah suhu nol mutlak itu? Suhu nol mutlak adalah suhu  $0\text{ K}$  atau  $-273^{\circ}\text{C}$ . Tingkat panas suatu zat disebut *suhu zat*. Kamu dapat mengukur suhu zat dengan alat yang dinamakan *termometer*.

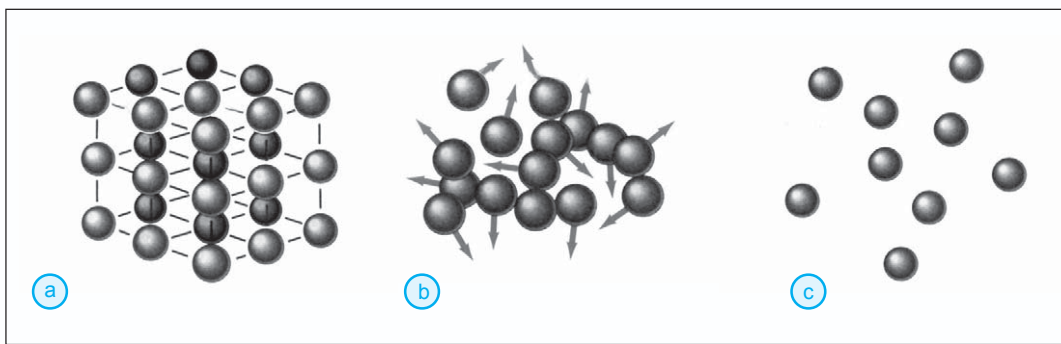
Laju gerak molekul secara bertahap berkurang bersama turunnya suhu. Saat mencapai suhu kira-kira  $-273,16^{\circ}\text{C}$  atau  $0\text{ K}$  gerak molekul itu berhenti dan tidak ada lagi panas yang dapat diukur. Dalam gas terdapat sejumlah tarikan tertentu antara molekulnya. Jika suhu gas itu diturunkan, gerak molekulnya akan bertambah lamban. Molekul-molekul itu tidak lagi berjauhan sehingga tarikan di antara molekul tersebut menjadi lebih kuat. Jika suhunya cukup rendah, molekul-molekul gas akan berkumpul dan gas itu akan menjadi zat cair. Apabila suhunya diturunkan terus, gerakan molekul akan semakin lamban dan gaya tarikannya akan semakin kuat sehingga lama-kelamaan zat cair itu berubah menjadi zat padat. Zat padat menempati ruang yang lebih kecil daripada gas.

Apakah zat cair dapat berubah menjadi gas? Tentunya kamu sudah mengetahui bahwa jika baju basah digantung di udara terbuka, lama-kelamaan baju akan kering. Hal ini membuktikan bahwa zat cair yang terdapat dalam baju basah dapat berubah menjadi gas jika mendapatkan panas dari lingkungan sekitarnya. Contoh lainnya, yaitu ketika kamu meletakkan semangkuk air dalam ruangan dengan pemanasan yang baik, permukaan air lama-kelamaan akan turun dan pada suatu saat airnya akan lenyap sama sekali. Kedua peristiwa ini dinamakan penguapan.

## 1. Susunan dan Gerak Partikel Suatu Zat

Pernahkah kamu mengamati orang yang sedang menggergaji kayu? Kayu yang digergaji akan menghasilkan serbuk-serbuk kayu. Serbuk-serbuk kayu tersebut sebenarnya merupakan zat penyusun dari kayu. Jika kamu amati serbuk kayu tersebut dengan menggunakan mikroskop elektron, kamu dapat melihat partikel-partikel sangat kecil yang saling berikatan. Nah, partikel-partikel inilah yang sebenarnya memengaruhi sifat-sifat pada zat padat, zat cair, dan zat gas.

Tahukah kamu apakah partikel itu? *Partikel* atau *molekul* adalah bagian terkecil dari suatu zat yang masih memiliki sifat zat tersebut. Sebagai contoh ketika kamu membuat teh manis dengan menggunakan gula pasir. Saat gula pasir dimasukkan ke dalam air teh panas maka akan terjadi tumbukan antara partikel-partikel gula pasir dengan partikel air sehingga gula pasir akan larut. Gula pasir ini akan lebih cepat larut karena air yang kamu gunakan adalah air panas. Pelarutan akan lebih cepat lagi jika kamu mengaduknya. Partikel-partikel gula pasir dalam wujud cair bergerak ke seluruh air teh yang terdapat dalam gelas sehingga air teh tadi menjadi manis. Hal ini membuktikan bahwa partikel masih mempunyai sifat yang sama dengan zat asalnya. Tahukah kamu bagaimana susunan dan gerak partikel pada berbagai wujud zat? Perhatikan **Gambar 3.3**.



**Gambar 3.3** (a) Susunan partikel zat padat, (b) susunan partikel zat cair, dan (c) susunan partikel zat gas.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

#### a. Partikel Zat Padat

Zat padat tersusun atas partikel-partikel yang teratur dan mempunyai jarak antarpartikel yang sangat rapat. Gaya tarik-menarik antarpartikel zat padat sangat kuat. Hal ini menyebabkan partikel tidak dapat bergerak secara bebas untuk berpindah tempat. Keadaan ini menyebabkan zat padat dapat mempertahankan bentuk dan volumenya sehingga zat padat selalu mempunyai bentuk dan volume yang tetap.

#### b. Partikel Zat Cair

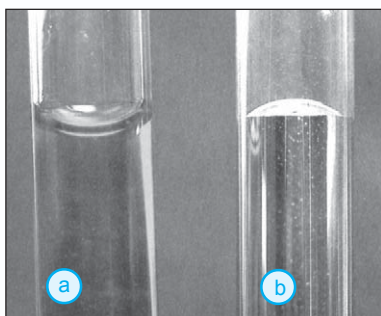
Berbeda dengan zat padat, zat cair mempunyai susunan partikel yang kurang teratur dan kurang rapat dibandingkan susunan partikel pada zat padat. Hal inilah yang menyebabkan partikel-partikel dapat bergerak bebas untuk berpindah tempat. Akan tetapi, partikel-partikel penyusun zat cair tidak dapat memisahkan diri dari kelompoknya. Keadaan ini menyebabkan volume zat cair selalu tetap, walaupun bentuknya selalu berubah mengikuti tempatnya.

#### c. Partikel Zat Gas

Pada zat gas, jarak antarpartikel sangat berjauhan sehingga gaya tarik-menarik antarpartikel sangat lemah. Partikel-partikel ini bergerak sangat bebas dan cepat dalam wadahnya. Hal ini menyebabkan zat gas tidak dapat mempertahankan bentuk dan volumenya sehingga bentuk dan volume zat gas selalu berubah mengikuti ruang yang ditempatinya.

### Latihan 3.1

1. Jelaskan susunan dan gerak partikel pada zat padat!
2. Jelaskan susunan dan gerak partikel pada zat cair!
3. Jelaskan susunan dan gerak partikel pada zat gas!
4. Mengapa ketika kamu menyemprotkan minyak wangi, baunya segera tercium olehmu?



**Gambar 3.4** (a) Meniskus cekung dan (b) meniskus cembung.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

## 2. Kohesi dan Adhesi

Di antara partikel-partikel yang sejenis dan yang tidak sejenis dapat terjadi gaya tarik-menarik antarpartikel. Gaya tarik-menarik antarpartikel yang sejenis dinamakan *kohesi*, sedangkan gaya tarik-menarik antarpartikel yang tidak sejenis dinamakan *adhesi*.

Pernahkah kamu mengamati permukaan raksa di dalam termometer? Permukaan raksa pada termometer jika kamu amati dengan cermat akan terlihat tidak datar, tetapi sedikit melengkung pada bagian raksa yang menempel pada kaca, perhatikan **Gambar 3.4**. Kelengkungan permukaan zat cair dalam sebuah tabung kaca ini dinamakan *meniskus*.

Meniskus ada dua macam, yaitu meniskus cekung dan meniskus cembung. Nah, untuk memahami tentang meniskus cekung dan meniskus cembung, lakukanlah kegiatan berikut.

### Kegiatan 3.1

#### Meniskus Cekung dan Meniskus Cembung

##### Tujuan:

Mengamati meniskus cekung dan meniskus cembung untuk memperlihatkan kohesi dan adhesi.

##### Alat dan bahan:

1. Dua buah tabung reaksi
2. Air
3. Raksa secukupnya

##### Prosedur kerja:

1. Masukkan air pada tabung reaksi pertama dan raksa pada tabung reaksi kedua.
2. Perhatikan secara saksama permukaan kedua tabung reaksi tersebut.

*Diskusikan pertanyaan berikut untuk mendapat kesimpulan!*

1. Bagaimanakah bentuk permukaan air pada tabung reaksi pertama?
2. Bagaimanakah bentuk permukaan raksa pada tabung reaksi kedua?
3. Kesimpulan apa yang kamu dapatkan?

Dari **Kegiatan 3.1** di atas, kamu dapat melihat bahwa bentuk permukaan air dan raksa tidaklah datar. Bentuk permukaan air pada tabung reaksi terlihat cekung, peristiwa ini dinamakan *meniskus cekung*. Meniskus cekung terjadi karena gaya tarik-menarik antarpartikel air dan kaca (adhesi) lebih besar daripada gaya tarik-menarik antarpartikel air (kohesi). Hal ini menyebabkan air membasahi dinding kaca.

Bentuk permukaan raksa pada tabung reaksi terlihat cembung, peristiwa ini dinamakan *meniskus cembung*. Meniskus cembung terjadi karena gaya tarik-menarik antarpartikel air dan kaca (adhesi) lebih kecil daripada gaya tarik-menarik antarpartikel air (kohesi). Hal ini menyebabkan raksa tidak membasahi dinding kaca.

Pernahkah kamu memerhatikan air pada daun talas? Air tidak dapat membasahi daun talas karena tetesan air di daun



talas selalu membentuk bola-bola kecil. Atau dapat dikatakan gaya kohesi molekul-molekul air lebih besar dari gaya adhesi molekul air dengan molekul daun talas.

Adanya adhesi selain menimbulkan meniskus juga menimbulkan kapilaritas. Bagaimana peristiwa kapilaritas terjadi? Perhatikan bagaimana minyak tanah pada kompor dapat naik melalui sumbu kompor. Atau, perhatikan bagaimana air di dalam tanah dapat naik dari akar sampai ke daun. Nah, agar kamu dapat mengetahui bagaimana peristiwa tersebut dapat terjadi, lakukanlah kegiatan berikut.

## Kegiatan 3.2

### Peristiwa Kapilaritas

#### Tujuan:

Mengamati peristiwa kapilaritas.

#### Alat dan bahan:

1. Sebuah bejana
2. Dua buah pipa kapiler dengan diameter 2 mm
3. Dua buah pipa kapiler dengan diameter 3 mm
4. Air dan raksa secukupnya.

#### Prosedur kerja:

1. Isilah bejana dengan air, kemudian celupkan dua pipa kapiler yang berdiameter masing-masing 2 mm dan 3 mm tegak lurus ke dalam bejana berisi air. Amati apa yang terjadi.
2. Angkat kedua pipa kapiler dan kosongkan air dalam bejana.
3. Isi bejana dengan raksa, kemudian celupkan dua pipa kapiler lain berdiameter masing-masing 2 mm dan 3 mm tegak lurus ke dalam bejana berisi raksa. Amati apa yang terjadi.

*Diskusikan pertanyaan berikut untuk mendapat kesimpulan!*

1. Bagaimanakah ketinggian air dalam kedua pipa kapiler jika dibandingkan dengan permukaan air dalam bejana?
2. Bagaimanakah ketinggian raksa dalam kedua pipa kapiler jika dibandingkan dengan permukaan raksa dalam bejana?
3. Apakah terdapat perbedaan ketinggian antara air atau raksa pada pipa kapiler berdiameter besar dengan pipa kapiler yang berdiameter kecil?
4. Kesimpulan apa yang kamu dapatkan?

Dari **Kegiatan 3.2** kamu dapat mengamati bahwa tinggi permukaan air dalam pipa kapiler lebih tinggi daripada tinggi air dalam bejana. Hal ini berarti permukaan air naik dalam pipa kapiler. Jika diameter pipa kapiler makin kecil, tinggi permukaan air dalam pipa kapiler makin tinggi.

Pada pipa kapiler yang dimasukkan dalam wadah berisi air raksa, tinggi permukaan raksa dalam pipa kapiler lebih rendah daripada tinggi raksa dalam bejana. Hal ini berarti permukaan raksa turun dalam bejana. Jika diameter pipa kapiler makin kecil, tinggi permukaan raksa dalam pipa kapiler lebih rendah.



**Gambar 3.5** Permukaan air pada pipa kapiler naik.



### 3. Perubahan Wujud Zat

Pernahkah kamu melihat embun? Embun yang kamu lihat pada daun terjadi karena uap air dari udara. Peristiwa ini disebut mengembun, yaitu perubahan wujud dari zat gas menjadi zat cair. Saat Matahari mulai bersinar, embun menguap kembali.

Tahukah kamu contoh perubahan wujud zat yang lainnya? Seperti yang telah dijelaskan di depan, wujud zat dibedakan atas zat padat, cair dan gas. Ketika kamu memasak air, pernahkah kamu mengamati apa yang terjadi ketika air dipanaskan? Air yang dipanaskan lama-kelamaan akan mendidih. Ketika air mencapai suhu  $100^{\circ}\text{C}$  pada tekanan 1 atm, air akan berubah menjadi uap. Peristiwa perubahan wujud dari air (zat cair) menjadi uap (zat gas) dinamakan menguap.

Nah, agar kamu lebih memahami bagaimana perubahan wujud suatu zat, lakukanlah kegiatan berikut.

#### Kegiatan 3.3

##### Menguap dan Mengembun

###### Tujuan:

Mengamati peristiwa penguapan dan pengembunan.

###### Alat dan bahan:

1. Gelas kimia
2. Pembakar spiritus
3. Penahan kaki tiga
4. Kawat kasa
5. Air dan piring kaca

###### Prosedur kerja:

1. Masukkan air ke dalam gelas kimia.
2. Susunlah peralatan seperti pada gambar di samping.
3. Nyalakan pembakar spiritus.
4. Amati perubahan wujud air ketika mendidih. Apakah perubahan wujud yang terjadi?
5. Ketika uap air sudah terlihat, peganglah piring kaca di atas gelas kimia sehingga uap air mengenai piring kaca. Perhatikan gambar di samping.
6. Amati perubahan wujud pada uap air. Apakah perubahan wujud yang terjadi?

*Hati-hatilah ketika melakukan kegiatan ini. Jangan bermain-main dengan api!*



Pada **Kegiatan 3.3** kamu dapat mengamati perubahan wujud air menjadi uap yang disebut menguap dan perubahan wujud dari uap menjadi air yang disebut *mengembun*.

Pernahkah kamu menyimpan kapur barus di lemari pakaianmu? Apa yang terjadi dengan kapur barus yang telah disimpan cukup lama? Kapur barus yang disimpan di udara terbuka lama-kelamaan akan habis. Tahukah kamu peristiwa perubahan wujud apa yang terjadi pada kapur barus? Nah, agar lebih memahaminya lakukanlah kegiatan berikut.

### Kegiatan 3.4

#### Menyublim dan Mengkristal

##### Tujuan:

Mengamati peristiwa menyublim dan mengkristal.

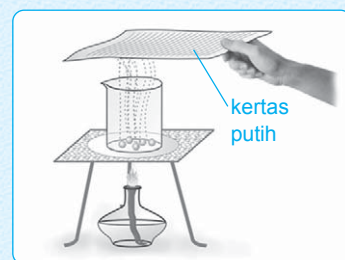
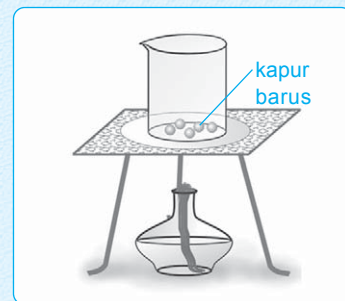
##### Alat dan bahan:

- |                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| 1. Gelas kimia       | 4. Kawat kasa   |
| 2. Pembakar spiritus | 5. Kapur barus  |
| 3. Penahan kaki tiga | 6. Kertas putih |

##### Prosedur kerja:

1. Masukkanlah kapur barus ke dalam gelas kimia.
2. Susunlah peralatan seperti pada gambar di samping.
3. Nyalakan pembakar spiritus.
4. Amati perubahan wujud pada kapur barus ketika dipanaskan. Perubahan wujud apakah yang terjadi?
5. Ketika kapur barus sudah menguap, peganglah kertas putih di atas gelas kimia sehingga uap kapur barus mengenai kertas putih. Perhatikan gambar di samping.
6. Amati keadaan yang terjadi di kertas putih. Perubahan wujud apakah yang terjadi?

*Hati-hatilah ketika melakukan kegiatan ini. Jangan bermain-main dengan api!*



Kapur barus yang dipanaskan, akan berubah menjadi gas. Hal ini dapat kamu rasakan dari bau gas yang tercium sebagai hasil pemanasan kapur barus. Peristiwa perubahan wujud dari kapur barus (zat padat) menjadi uap (zat gas) dinamakan menyublim. Peristiwa yang terjadi pada uap kapur barus (zat gas) menjadi serbuk-serbuk putih mengkilap (zat padat) yang menempel pada kertas putih dinamakan mengkristal.

Pernahkah kamu membuat es batu? Air dalam plastik ketika kamu masukkan ke dalam lemari es (*freezer*) akan berubah menjadi es. Peristiwa perubahan wujud dari air (zat cair) menjadi es (zat padat) dinamakan *membeku*. Nah, ketika kamu ambil es batu, kemudian dibiarkan di tempat terbuka, es batu tersebut lama-kelamaan akan berubah wujud menjadi air kembali. Peristiwa perubahan wujud dari es batu (zat padat) menjadi air (zat cair) dinamakan *mencair* atau *melebur*.



## B Massa Jenis Zat

Coba kamu perhatikan antara es jeruk dan gula merah. Dapatkah kamu menyebutkan persamaan dan perbedaan kedua benda tersebut? Persamaan antara es jeruk dan gula merah, yaitu rasanya yang sama-sama manis. Adapun perbedaannya dapat dilihat dari warna dan wujudnya. Es jeruk berwarna oranye dan berwujud cair, sedangkan gula merah berwarna merah kecokelatan dan berwujud padat.



Dari contoh tersebut, kamu dapat membedakan antara suatu zat dan zat lainnya dengan melihat wujud, warna, dan rasanya. Tahukah kamu cara lain untuk membedakan antara satu benda dan benda lainnya? Ditinjau dari definisi zat yang mempunyai massa dan menempati ruang, setiap zat dapat dibedakan berdasarkan massa dan volumenya. Perbandingan antara massa dan volume suatu zat disebut massa jenis (disimbolkan  $\rho$ , dibaca *rho*). Jadi, jenis zat dapat diketahui dari massa jenisnya.

Nah, agar kamu lebih memahami bagaimana menentukan massa jenis suatu zat, lakukanlah kegiatan berikut.

### Kegiatan 3.5

#### Massa Jenis Zat Padat dan Zat Cair

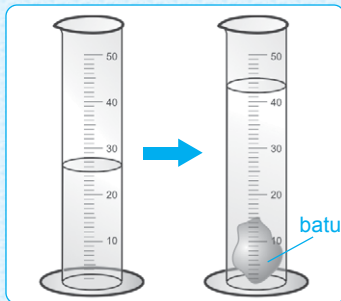
##### Percobaan 1

##### Tujuan:

Menentukan massa jenis zat padat.

##### Alat dan bahan:

1. Tiga buah batu atau benda padat lain yang berbeda ukuran
2. Gelas ukur
3. Air dan neraca



##### Prosedur kerja:

1. Timbanglah massa setiap batu dengan menggunakan neraca.
2. Masukkan air ke dalam gelas ukur sampai ketinggian tertentu. Tinggi air merupakan volume awal.
3. Masukkan batu ke dalam gelas ukur sehingga ketinggian air bertambah. Tinggi air ini merupakan volume akhir. Perhatikan gambar di atas.
4. Hitunglah volume setiap batu dengan menghitung selisih antara volume awal dan volume akhir.

$$\text{volume}_{\text{batu}} = \text{volume}_{\text{akhir}} - \text{volume}_{\text{awal}}$$

5. Tuliskan hasil pengamatanmu pada tabel yang telah kamu buat dalam buku tugas seperti tabel berikut ini.

No	Benda	Massa (g)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Massa Jenis (gcm <sup>-3</sup> )

6. Apakah kesimpulanmu berdasarkan percobaan di atas?

##### Percobaan 2

##### Tujuan:

Mengukur massa jenis zat cair.

##### Alat dan bahan:

1. Air
2. Minyak goreng
3. Minyak tanah
4. Neraca
5. Gelas ukur

### Prosedur kerja:

1. Ukurlah massa gelas ukur kosong dengan menggunakan neraca. Massa gelas ukur kosong ini merupakan massa awal.
2. Masukkan air ke dalam gelas ukur sampai ketinggian tertentu. Tinggi air ini merupakan volume air.
3. Timbanglah massa gelas ukur yang berisi air tersebut dengan menggunakan neraca. Massa gelas ukur yang berisi air ini merupakan massa akhir.
4. Hitunglah massa air dengan menghitung selisih antara massa awal dan massa akhir.

$$\text{massa}_{\text{air}} = \text{massa}_{\text{akhir}} - \text{massa}_{\text{awal}}$$

5. Hitunglah massa jenis air dengan membandingkan massa dan volumenya.
6. Ulangi kembali langkah 2 sampai 5 untuk menghitung massa jenis minyak goreng dan minyak tanah.
7. Apakah kesimpulanmu berdasarkan percobaan di atas?

*Diskusikan pertanyaan berikut untuk mendapat kesimpulan!*

1. Besaran apa saja yang diperlukan untuk menghitung massa jenis suatu zat?
2. Apakah massa jenis semua balok kayu yang kamu hitung sama?
3. Apakah massa jenis semua batu yang kamu hitung sama?
4. Apakah massa jenis air, minyak goreng, dan minyak tanah sama?
5. Kesimpulan apa yang kamu dapatkan dari kegiatan tersebut?

Dari **Kegiatan 3.5**, kamu dapat melihat bahwa massa jenis suatu benda dapat berbeda, meskipun bahan penyusunnya memiliki ukuran sama. Hal ini karena massa jenis bergantung pada besar massa dan volumenya.

Secara matematis, massa jenis suatu zat dapat ditentukan melalui persamaan berikut ini.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \dots (3-1)$$

*Keterangan:*

$\rho$  = massa jenis ( $\text{kg m}^{-3}$ )

$m$  = massa zat (kg)

$V$  = volume zat ( $\text{m}^3$ )

Satuan massa jenis dapat juga dinyatakan dalam  $\text{g cm}^{-3}$ . Tahukah kamu bagaimana cara mengonversi satuan dari  $\text{kg m}^{-3}$  menjadi  $\text{g cm}^{-3}$ ? Perhatikan uraian berikut.

$$1 \text{ kg m}^{-3} = \frac{1.000 \text{ g}}{1.000.000 \text{ cm}^3}$$

$$1 \text{ kg m}^{-3} = \frac{1 \text{ g}}{1.000 \text{ cm}^3}$$

Sehingga:

$$1 \text{ kg m}^{-3} = 0,001 \text{ g cm}^{-3} \quad \text{atau} \quad 1 \text{ g cm}^{-3} = 1.000 \text{ kg m}^{-3}$$



Perhatikan tabel massa jenis beberapa zat berikut ini.

**Tabel 3.2** Massa jenis berbagai zat.

Nama Zat	Massa Jenis	
	kg m <sup>-3</sup>	g cm <sup>-3</sup>
udara (27°C)	1,2	0,0012
alkohol	800	0,80
kayu	300 – 900	0,3 – 0,9
es	920	0,92
air (4°C)	1.000	1,00
aluminium	2.700	2,70
seng	7.140	7,14
besi	7.900	7,90
kuningan	8.400	8,40
perak	10.500	10,50
raksa	13.600	13,60
emas	19.300	19,30
platina	21.450	21,45

**Sumber:** Physics for You

Pengukuran volume terkadang kurang teliti jika dibandingkan pada pengukuran massa. Untuk itulah dalam menentukan massa jenis hanya dilakukan pengukuran massa. Hal inilah yang mendasari digunakannya massa jenis relatif. Massa jenis relatif didefinisikan sebagai nilai perbandingan massa jenis bahan dengan massa jenis air. Massa jenis air diketahui yaitu 1 g cm<sup>-3</sup> atau 1.000 kg m<sup>-3</sup>.

$$\text{massa jenis relatif} = \frac{\text{massa jenis bahan}}{\text{massa jenis air}} \dots (3 - 2)$$

### Contoh

1. Massa jenis besi 7,9 g cm<sup>-3</sup> dan massa jenis air 1 g cm<sup>-3</sup>. Tentukan massa jenis relatif besi!

**Jawab:**

$$\begin{aligned} \text{massa jenis relatif besi} &= \frac{\text{massa jenis bahan}}{\text{massa jenis air}} \\ &= \frac{7,9 \text{ g cm}^{-3}}{1 \text{ g cm}^{-3}} = 7,9 \end{aligned}$$

2. Konversikan satuan massa jenis berikut!

- a. 500 kg cm<sup>-3</sup> = ... g cm<sup>-3</sup>
- b. 0,8 g cm<sup>-3</sup> = ... kg cm<sup>-3</sup>

**Jawab:**

- a. 500 kg cm<sup>-3</sup> = 500 × 0,001 g cm<sup>-3</sup> = 0,5 g cm<sup>-3</sup>
- b. 0,8 g cm<sup>-3</sup> = 0,8 × 1.000 kg cm<sup>-3</sup> = 800 kg cm<sup>-3</sup>

3. Sebuah balok kayu mempunyai panjang 10 cm, lebar 5 cm, dan tinggi 5 cm. Jika massa balok kayu tersebut adalah 1,5 kg, tentukan massa jenisnya!

**Jawab:**

$$\begin{aligned}V_{\text{balok}} &= p \times l \times t \\&= 10 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \\&= 250 \text{ cm}^3 \\m_{\text{balok}} &= 1,5 \text{ kg} = 1.500 \text{ g} \\ \rho &= \frac{m_{\text{balok}}}{V_{\text{balok}}} \\&= \frac{1.500 \text{ g}}{250 \text{ cm}^3} = 6 \text{ g cm}^{-3}\end{aligned}$$

3. Sebuah aluminium mempunyai massa 27 gram. Tentukan volume aluminium tersebut!

**Jawab:**

Dari Tabel 3.2 diketahui bahwa massa jenis aluminium adalah  $2,7 \text{ g cm}^{-3}$ , maka:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{27 \text{ g}}{2,7 \text{ g cm}^{-3}} = 10 \text{ cm}^3$$

### Latihan 3.2

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan massa jenis!
2. Bagaimana cara mengukur massa jenis yang mempunyai bentuk tidak teratur, seperti batu? Alat apa saja yang diperlukan?
3. Sebuah balok kuningan mempunyai panjang 5 cm, lebar 3 cm, dan tinggi 2 cm. Berapakah massa balok kuningan tersebut? ( $\rho_{\text{kuningan}} = 8,4 \text{ g cm}^{-3}$ )
4. Suatu gelas ukur mula-mula diisi air sampai ketinggian 50 mL. Setelah diisi batu, tinggi air naik sampai 65 mL. Hitunglah massa jenis batu jika diketahui massa batu 90 gram!
5. Massa gelas ukur kosong 150 gram, sedangkan massa gelas ukur yang berisi air 0,24 kg. Tentukan volume air yang mengisi gelas ukur tersebut! ( $\rho_{\text{air}} = 1 \text{ g cm}^{-3}$ )



## Pemuaian

Pernahkah kamu memerhatikan bingkai jendela kaca di rumahmu? Bingkai jendela kaca harus diberi celah agar saat kaca memuai di siang hari yang panas, kaca tersebut tidak pecah. Bagaimana proses pemuaian dapat terjadi dan apakah manfaat atau kerugian dari pemuaian ini dalam kehidupan sehari-hari. Marilah kita pelajari lebih lanjut.

## 1. Pemuaian pada Zat Padat, Cair, dan Gas

Tahukah kamu mengapa benda-benda jika dipanaskan akan memuai? Setiap benda tersusun atas partikel-partikel yang sangat kecil. Jika partikel-partikel tersebut dipanaskan, partikel-partikel tersebut akan bergetar. Getaran yang dialami partikel ini bergantung pada besar kecilnya suhu benda tersebut. Semakin besar suhunya, getaran partikel semakin besar. Sebaliknya, semakin kecil suhunya getaran partikel semakin lemah. Akibat getaran partikel-partikel inilah suatu benda jika dipanaskan akan mengalami pemuaian.

Pemuaian dapat terjadi pada ketiga wujud zat, yaitu zat padat, zat cair, dan zat gas.

### a. Pemuaian Zat Padat

Pernahkah kamu memerhatikan celah sambungan yang terdapat pada jembatan atau di antara dua lintasan jalan beton? Perhatikan **Gambar 3.6**. Menurutmu, mengapa harus dibuat celah di antara dua lintasan jalan beton tersebut? Celah di antara dua lintasan jalan beton dibuat agar jalan tidak retak saat jalan mengalami pemuaian di siang hari yang panas.

Dari contoh tersebut, umumnya zat padat akan memuai jika dipanaskan. Besarnya pemuaian untuk setiap zat tidak sama, hal ini bergantung pada jenis zatnya. Dalam bab ini, kamu akan mempelajari pemuaian panjang (pemuaian satu dimensi), pemuaian luas (pemuaian dua dimensi), dan pemuaian volume (pemuaian tiga dimensi).

#### 1) Muai Panjang

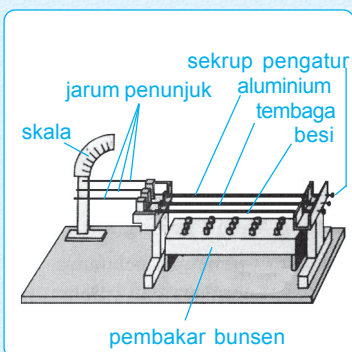
Muai panjang dapat kamu amati pada benda padat yang berbentuk batang. Nah, agar kamu lebih memahami muai panjang pada batang, lakukanlah **Kegiatan 3.6** berikut.



**Gambar 3.6** Celah di antara dua lintasan jalan beton.

Sumber: Microsoft Student 2006

### Kegiatan 3.6



#### Pemuaian pada Zat Padat

##### Tujuan:

Menyelidiki pemuaian pada zat padat.

##### Alat dan bahan:

- |                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1. Alat <i>Musschenbroek</i> | 4. Sebatang aluminium         |
| 2. Pembakar bunsen           | 5. Tembaga                    |
| 3. <i>Stopwatch</i>          | 6. Besi yang panjangnya sama. |

##### Prosedur kerja:

1. Pasanglah ketiga jenis batang pada alat *Musschenbroek*.
2. Putarlah sekrup pengatur agar kedudukan ketiga jarum penunjuk sama tinggi.
3. Nyalakan pembakar bunsen, kemudian panaskan ketiga logam tersebut selama 10 menit atau sampai batang logam panas.
4. Amati apa yang terjadi pada jarum penunjuk.

Diskusikanlah pertanyaan berikut untuk mendapatkan kesimpulan!

1. Apa yang terjadi pada jarum penunjuk alat *Musschenbroek* ketika ketiga logam dipanaskan?
2. Logam manakah yang memuai paling besar dan paling kecil?

Dari kegiatan di atas, kamu dapat mengamati ujung batang yang bebas akan menekan pengungkit jarum penunjuk sehingga jarum tersebut berputar. Jika suhu semakin tinggi, pertambahan panjang akan semakin besar. Selain itu, muai panjang bergantung pada jenis zat. Hal tersebut dapat dilihat dari pertambahan panjang aluminium yang lebih besar daripada besi dan tembaga. Pertambahan panjang suatu benda ketika dipanaskan dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$l_t - l_0 = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad \dots (3-3)$$

Jadi panjang benda setelah dipanaskan adalah:

$$l_t = l_0 + \Delta l \quad \text{atau} \\ l_t = l_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T) \quad \dots (3-4)$$

Keterangan:

- $\Delta l$  = pertambahan panjang (m)  
 $l_0$  = panjang mula-mula (m)  
 $l_t$  = panjang benda setelah dipanaskan  
 $\alpha$  = koefisien muai panjang ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )  
 $\Delta T$  = kenaikan suhu ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

Tahukah kamu apa koefisien muai panjang itu? Koefisien muai panjang ( $\alpha$ ) suatu zat adalah besarnya pertambahan panjang setiap satuan panjang zat jika suhunya dinaikkan sebesar  $1^{\circ}\text{C}$ . Koefisien panjang beberapa zat padat dapat kamu amati pada **Tabel 3.3**.

### Contoh

Seorang tukang kayu akan memasang kaca pada kerangka kayu. Ukuran kaca  $50 \text{ cm} \times 90 \text{ cm}$ . Koefisien muai kayu diabaikan. Pemasangan kaca itu pada suhu udara  $25^{\circ}\text{C}$  dan suhu tertinggi di tempat itu  $40^{\circ}\text{C}$ . Berapakah ukuran rangka kayu agar kaca tidak pecah karena panas? ( $\alpha_{\text{kaca}} = 8 \times 10^{-6}^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

**Jawab:**

Ukuran kaca  $50 \text{ cm} \times 90 \text{ cm}$

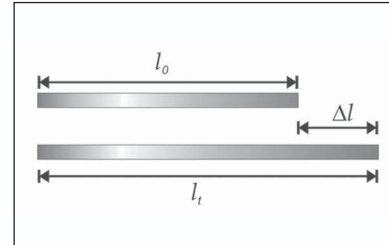
$$\Delta T = 40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = 15^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha_{\text{kaca}} = 8 \times 10^{-6}^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$l_t = l_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$l_t = 50 \text{ cm} (1 + ((8 \times 10^{-6}^{\circ}\text{C}^{-1}) \times (15^{\circ}\text{C})))$$

$$= 50 \text{ cm} (1 + (1,2 \times 10^{-4})) = 50,006 \text{ cm}$$



**Gambar 3.7** Skema pertambahan panjang.

**Tabel 3.3** Koefisien muai panjang beberapa zat.

Nama Zat	Koefisien Muai Panjang ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
baja	0,000011
besi	0,000012
tembaga	0,0000167
aluminium	0,0000255
kaca	0,000008
perak	0,000018
kuningan	0,000019
platina	0,0000089
emas	0,000014

Sumber: Physics for You



$$\begin{aligned}
 l_t &= 90 \text{ cm } (1 + ((8 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}) \times (15 \text{ } ^\circ\text{C}))) \\
 &= 90 \text{ cm } (1 + (1,2 \times 10^{-4})) \\
 &= 90,0108 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Jadi ukuran rangka kaca agar kaca tidak pecah saat panas adalah  $50,006 \text{ cm} \times 90,0108 \text{ cm}$ .

## 2) Muai Luas

Pemuaian luas terjadi jika benda padat yang memuai berbentuk kepingan persegi (plat). Berbeda dengan pemuaian panjang yang hanya memperhitungkan muai panjang, pada pemuaian luas muai lebar juga ikut diperhitungkan. Perhatikan **Gambar 3.8**.

Koefisien muai luas adalah dua kali koefisien muai panjang. Secara matematis koefisien muai luas dituliskan sebagai berikut.

$$\beta = 2\alpha \quad \dots (3-5)$$

Pertambahan luas pada muai luas memenuhi persamaan sebagai berikut.

$$A_t - A_0 = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$$

$$\begin{aligned}
 \Delta A &= A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T \quad \text{atau} \\
 \Delta A &= 2 \cdot A_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad \dots (3-6)
 \end{aligned}$$

Jadi luas benda setelah dipanaskan adalah:

$$\begin{aligned}
 A_t &= A_0 (1 + \beta \cdot \Delta T) \quad \text{atau} \\
 A_t &= A_0 (1 + 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T) \quad \dots (3-7)
 \end{aligned}$$

*Keterangan:*

$\Delta A$  = pertambahan luas ( $\text{m}^2$ )

$\beta$  = koefisien muai luas =  $2\alpha$  ( $^\circ\text{C}^{-1}$ )

$\alpha$  = koefisien muai panjang ( $^\circ\text{C}^{-1}$ )

$\Delta T$  = kenaikan suhu ( $^\circ\text{C}$ )

$A_t$  = luas benda setelah dipanaskan ( $\text{m}^2$ )

$A_0$  = luas benda mula-mula ( $\text{m}^2$ )

## Contoh

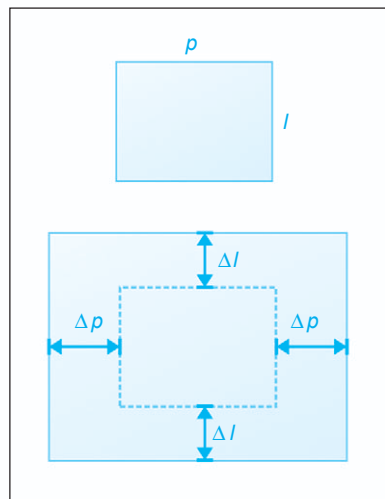
Sebuah plat aluminium yang berbentuk persegi mempunyai sisi 10 cm dan suhu  $30 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Kemudian, plat tersebut dipanaskan hingga mencapai suhu  $80 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Jika, koefisien muai panjang aluminium  $0,0000255 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , tentukanlah pertambahan luasnya!

**Jawab:**

luas mula-mula ( $A_0$ ) =  $(10 \text{ cm})^2 = 100 \text{ cm}^2$

kenaikan suhu ( $\Delta T$ ) =  $80 \text{ } ^\circ\text{C} - 30 \text{ } ^\circ\text{C} = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$

koefisien muai luas ( $\beta$ ) =  $2 \cdot (0,0000255 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})$   
 $= 0,00005 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$



**Gambar 3.8** Skema pertambahan luas.

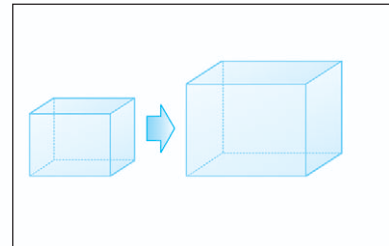
$$\begin{aligned}\Delta A &= A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T \\ &= (100 \text{ cm}^2) \times (0,000051^\circ\text{C}^{-1}) \times (50^\circ\text{C}) \\ &= 0,255 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Jadi, pertambahan luas aluminium tersebut adalah  $0,255 \text{ cm}^2$ .

### 3) Muai Volume

Jika zat padat yang dipanaskan berbentuk bangun ruang, seperti bola, kubus, atau balok, maka bangun ruang tersebut mengalami pemuaian yang disebut muai volume. Pada muai volume, pemuaiannya dianggap ke semua arah. Perhatikan **Gambar 3.9**.

Untuk menentukan pemuaian volume zat padat, koefisien muainya adalah tiga kali koefisien muai panjang, atau secara matematis dituliskan sebagai berikut.



**Gambar 3.9** Skema pertambahan volume.

$$\gamma = 3\alpha \quad \dots (3-8)$$

Untuk mengetahui pertambahan volume suatu zat dapat digunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}V_t - V_0 &= V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \\ \Delta V &= V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \quad \text{atau} \\ \Delta V &= 3 \cdot V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \quad \dots (3-9)\end{aligned}$$

Jadi volume benda setelah dipanaskan adalah:

$$\begin{aligned}V_t &= V_0(1 + \gamma \cdot \Delta T) \quad \text{atau} \\ V_t &= V_0(1 + 3\alpha \cdot \Delta T) \quad \dots (3-10)\end{aligned}$$

*Keterangan:*

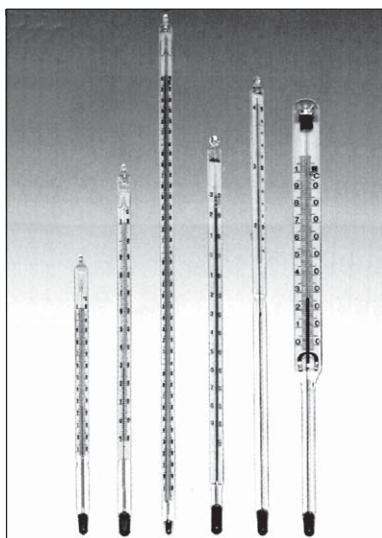
- $\Delta V$  = pertambahan volume ( $\text{m}^3$ )
- $V_0$  = volume mula-mula ( $\text{m}^3$ )
- $V_t$  = volume benda setelah dipanaskan ( $\text{m}^3$ )
- $\gamma$  = koefisien muai volume =  $3\alpha$  ( $^\circ\text{C}^{-1}$ )
- $\Delta T$  = kenaikan suhu ( $^\circ\text{C}$ )

### Contoh

Sebuah aluminium berbentuk kubus dengan rusuk 3 cm dipanaskan dari  $20^\circ\text{C}$  sampai  $80^\circ\text{C}$ . Jika koefisien muai aluminium  $0,0000255^\circ\text{C}^{-1}$ , tentukanlah pertambahan volumenya!

**Jawab:**

$$\begin{aligned}\text{volume mula-mula } (V_0) &= (3 \text{ cm})^3 = 27 \text{ cm}^3 \\ \text{kenaikan suhu } (\Delta T) &= 80^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 60^\circ\text{C} \\ \text{koefisien muai volume } (\gamma) &= 3(0,0000255^\circ\text{C}^{-1}) \\ &= 0,0000765^\circ\text{C}^{-1}\end{aligned}$$



**Gambar 3.10** Prinsip pemuaian zat cair dimanfaatkan dalam termometer untuk mengukur suhu.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

$$\begin{aligned}\Delta V &= V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \\ &= (27 \text{ cm}^3) \times (0,0000765^\circ\text{C}^{-1}) \times (60^\circ\text{C}) \\ &= 0,12393 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

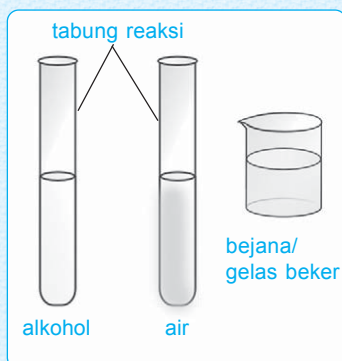
Jadi, pertambahan volume aluminium itu adalah  $0,12393 \text{ cm}^3$ .

### b. Pemuaian Zat Cair

Pernahkah kamu mengamati kenaikan permukaan raksa dalam termometer ketika mengukur suhu air yang dipanaskan? Jika zat cair, seperti raksa dipanaskan, akan terjadi pertambahan volume pada zat cair tersebut. Prinsip ini digunakan dalam termometer untuk mengukur suhu suatu benda atau ruang. Pertambahan volume pada zat cair yang dipanaskan ini dinamakan muai ruang atau muai volume. Jadi pada zat cair hanya berlaku pemuaian zat cair.

Nah, apakah pemuaian zat cair berbeda-beda? Agar kamu lebih memahami pemuaian pada berbagai jenis zat cair lakukanlah **Kegiatan 3.7** berikut.

## Kegiatan 3.7



### Pemuaian Zat Cair

#### Tujuan:

Menyelidiki pemuaian pada zat cair.

#### Alat dan bahan:

1. Dua buah tabung reaksi
2. Bejana atau gelas beker
3. Pembakar spiritus
4. Spidol
5. Air dan alkohol

#### Prosedur kerja:

1. Isilah masing-masing tabung reaksi dengan air dan alkohol dengan ketinggian yang sama, kemudian berilah tanda pada permukaan zat cair tersebut dengan menggunakan spidol.
2. Masukkan kedua tabung reaksi tersebut ke dalam gelas kimia yang berisi air. Kemudian, panaskan dengan menggunakan pembakar spiritus. Perhatikan gambar.
3. Amatilah perubahan ketinggian permukaan air dan alkohol.

*Diskusikanlah pertanyaan berikut untuk mendapatkan kesimpulan!*

1. Apakah permukaan air dan alkohol setelah dipanaskan mencapai ketinggian yang sama?
2. Zat cair manakah yang mengalami kenaikan permukaan lebih tinggi?

Dari **Kegiatan 3.7**, kamu dapat mengamati bahwa ketika dipanaskan, bejana (zat padat) dan zat cair dalam bejana (air dan alkohol) memuai. Tetapi, muai volume zat cair lebih besar daripada muai volume zat padat. Hal ini tampak dari permukaan air dan alkohol dalam bejana naik. Dari kegiatan di atas juga dapat diamati bahwa besarnya pemuaian suatu zat cair berbeda-beda. Hal ini ditunjukkan dengan lebih tingginya permukaan alkohol daripada permukaan air.

### c. Pemuaian Zat Gas

Balon udara dapat terbang menggunakan prinsip pemuaian pada zat gas. Pada saat udara dipanaskan, udara di dalam balon memuai. Hal ini menyebabkan massa jenis udara yang berada di dalam balon berkurang sehingga menjadi lebih ringan daripada udara di sekitarnya. Kondisi ini mengakibatkan balon dapat mengudara dan mengangkat beban yang dibawanya.

Pemuaian yang terjadi pada zat gas sama halnya dengan pemuaian yang terjadi pada zat cair, yaitu hanya mengalami muai ruang saja. Pemuaian zat gas ini lebih besar daripada zat cair. Untuk menghitung besarnya pemuaian volume gas dapat menggunakan persamaan berikut.

$$V_t - V_0 = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \quad \dots (3 - 11)$$

Keterangan:

$\Delta V$  = pertambahan volume ( $\text{m}^3$ )

$V_0$  = volume mula-mula ( $\text{m}^3$ )

$\gamma$  = koefisien muai volume zat gas ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

$\Delta T$  = kenaikan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Nilai koefisien muai gas adalah  $\frac{1}{273} ^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

### Contoh

Suatu ruangan berisi  $50 \text{ m}^3$  udara pada suhu  $25 ^{\circ}\text{C}$ . Berapakah volume udara dalam ruangan tersebut jika suhunya naik menjadi  $40 ^{\circ}\text{C}$  (koefisien muai volume udara adalah  $0,00367 ^{\circ}\text{C}^{-1}$ )?

**Jawab:**

volume mula-mula ( $V_0$ ) =  $50 \text{ m}^3$

kenaikan suhu ( $\Delta T$ ) =  $40 ^{\circ}\text{C} - 25 ^{\circ}\text{C} = 15 ^{\circ}\text{C}$

koefisien muai volume udara ( $\gamma$ ) =  $0,00367 ^{\circ}\text{C}^{-1}$

$$\Delta V - V_0 = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

$$V_t - 50 \text{ m}^3 = (50 \text{ m}^3) \times (0,00367 ^{\circ}\text{C}^{-1}) \times (15 ^{\circ}\text{C})$$

$$V_t - 50 \text{ m}^3 = 2,7525 \text{ m}^3$$

$$V_t = 52,7525 \text{ m}^3$$

Jadi, volume udara setelah pemuaian adalah  $52,7525 \text{ m}^3$ .



**Gambar 3.11** Balon udara menggunakan prinsip pemuaian gas sehingga dapat terbang

Sumber: Dokumen Penerbit



### Tugas 3.1

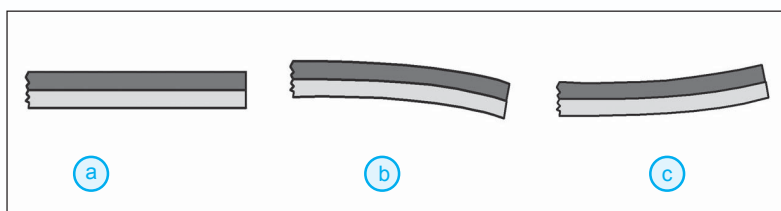
Buatlah contoh aplikasi yang memanfaatkan pemuaian pada zat gas!

## 2. Pemuaian Zat dalam Kehidupan Sehari-hari

Pemuaian pada zat padat, cair, dan gas dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari. Pengetahuan pemuaian ini dapat dimanfaatkan untuk mempermudah kepentingan kita. Selain itu kita juga dapat mencegah hal-hal yang merugikan akibat sifat zat yang memuai ini.

### a. Pemanfaatan Bimetal

Apakah bimetal itu? **Bimetal** adalah gabungan dua jenis keping logam yang memiliki koefisien muai panjang yang berbeda dan digabungkan dengan cara pengelasan atau pengelingan. Logam yang memiliki koefisien muai lebih besar akan lebih cepat memuai dibandingkan dengan logam yang koefisien muainya lebih kecil. Perhatikan **Gambar 3.12**.



**Gambar 3.12** (a) keping bimetal pada suhu kamar (b) keping bimetal jika dipanaskan (c) keping bimetal jika didinginkan.

Perbedaan pemuaian inilah yang dimanfaatkan dalam termostat. *Termostat* adalah alat pengatur suhu dengan bimetal sebagai komponen utamanya yang berfungsi sebagai saklar otomatis. Termostat banyak digunakan dalam alat-alat rumah tangga yang menggunakan listrik, misalnya setrika otomatis dan oven.

### b. Pengelingan

Tahukah kamu apakah pengelingan itu? Pernahkah kamu mengamati sambungan kerangka kendaraan atau pintu gerbang besi? Proses penyambungan dua batang besi dengan menggunakan paku keling dinamakan *pengelingan*.

Sebelum dikeling, dua buah lubang batang besi yang akan disambungkan dipanaskan terlebih dahulu sehingga lubangnya menjadi lebih besar dan paku keling dapat masuk ke dalam lubang tersebut. Setelah itu, pemanasan dihentikan, kemudian paku keling ditempa dengan menggunakan palu khusus sampai kedua lembaran batang besi yang disambungkan merapat. Setelah suhu batang berkurang, paku keling akan menyusut sehingga menjepit kedua batang besi dan menempel dengan kuat. Agar kamu lebih memahami proses pengelingan perhatikan **Gambar 3.13**.

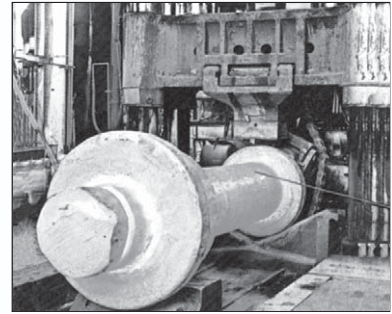


**Gambar 3.13** Proses pengelingan untuk menyambung dua batang besi.

### c. Pemasangan Bingkai Besi pada Roda

Pernahkah kamu memerhatikan bingkai roda pedati atau roda kereta api? Bingkai roda pedati dan roda kereta api terbuat dari besi. Tahukah kamu bagaimana cara memasangkan bingkai besi tersebut pada roda pedati dan roda kereta api?

Roda pedati dan roda kereta api terdiri atas dua bagian, yaitu bingkai besi dan rodanya. Biasanya bingkai besi dibuat lebih kecil daripada rodanya. Nah, agar roda dapat masuk ke dalam bingkai besi, bingkai besi terlebih dahulu dipanaskan sehingga ukurannya membesar karena proses pemuaian. Setelah bingkai besi memuai, roda dapat dengan mudah masuk ke dalam bingkai besi tersebut. Setelah bingkai besi menjadi dingin, bingkai besi tersebut menyusut dan terpasang kuat pada rodanya.



**Gambar 3.14** As dan bingkai roda kereta api dipanaskan sebelum dipasangkan rodanya.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

### d. Pemasangan Kaca Jendela

Perhatikan pemasangan kaca pada jendela rumahmu. Tahukah kamu mengapa pemasangan kaca dibuat agak longgar? Atau cobalah kamu perhatikan pemasangan kaca pada jendela mobil. Mengapa pemasangan kaca pada jendela mobil dilengkapi dengan karet?

## Latihan 3.3

1. Mengapa pemuaian pada zat cair lebih besar daripada pemuaian pada zat padat?
2. Sebatang tembaga yang panjangnya 2 m dipanaskan dari  $30^{\circ}\text{C}$  menjadi  $50^{\circ}\text{C}$ . Jika koefisien muai panjang tembaga adalah  $0,000167^{\circ}\text{C}^{-1}$ , tentukanlah panjang akhir batang tembaga tersebut!
3. Air sebanyak 10 L dengan suhu  $25^{\circ}\text{C}$  dipanaskan hingga mencapai suhu  $75^{\circ}\text{C}$ . Jika koefisien muai volume zat cair adalah  $0,00044^{\circ}\text{C}^{-1}$ , tentukanlah volume air setelah dipanaskan!
4. Bagaimana balon udara dapat terbang dengan menggunakan prinsip pemuaian pada zat gas?
5. Berikan contoh penerapan prinsip pemuaian dalam teknologi!
6. Apa yang dimaksud dengan termostat? Berikan contoh penerapan termostat dalam teknologi!
7. Jelaskan cara pemasangan bingkai besi pada roda lokomotif!



## D Kalor dan Peranannya

Ketika kamu menuangkan air hangat ke dalam gelas untuk membuat susu, kemudian kamu memegang gelas tersebut, apa yang kamu rasakan pada tanganmu? Pada saat kamu memegang gelas susu tersebut, tanganmu akan terasa hangat. Nah, tahukah kamu mengapa tanganmu terasa hangat?

Pada saat tanganmu bersentuhan dengan gelas berisi susu hangat, tanganmu akan mengalami kenaikan suhu. Hal ini dikarenakan kalor dari gelas berisi air hangat yang suhunya lebih tinggi berpindah ke tanganmu yang suhunya lebih rendah.

Jadi, kalor adalah salah satu bentuk energi yang berpindah dari benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah.

### 1. Kalor dalam Mengubah Wujud Zat dan Suhu Suatu Benda

Bagaimana peran kalor dalam mengubah wujud zat dan suhu? Marilah kita pelajari lebih lanjut.

#### a. Kalor dan Perubahan Suhu Zat

Pernahkah kamu membuat air hangat untuk mandi pagi? Untuk membuat air hangat kamu terlebih dahulu memasak air hingga mendidih, kemudian mencampurkannya dengan air leding. Nah, ketika kamu mencampur air panas dan air leding, terjadi perpindahan energi kalor dari air panas menuju air dingin sampai suhu air tersebut menjadi sama. Peristiwa ini menunjukkan bahwa kalor dapat mengubah suhu suatu benda.

Oleh karena kalor merupakan salah satu bentuk energi, maka satuan kalor adalah joule. Pada kehidupan sehari-hari kalor sering juga dinyatakan dalam satuan kalori. *Satu kalori* didefinisikan sebagai banyaknya kalor yang diperlukan untuk memanaskan 1 gram air hingga suhunya naik 1 °C. Hubungan antara joule dan kalori dinyatakan sebagai berikut.

$$1 \text{ kalori} = 4,2 \text{ joule} \text{ atau } 1 \text{ joule} = 0,24 \text{ kalori}$$

Agar kamu lebih memahami hubungan antara kalor dan perubahan suhu suatu zat, lakukanlah kegiatan berikut.

### Kegiatan 3.8

#### Hubungan Antara Kalor dengan Perubahan Suhu, Massa, dan Jenis Zat Cair

##### Tujuan:

Menyelidiki hubungan antara kalor dengan perubahan suhu, massa, dan jenis zat cair.

##### Alat dan bahan:

1. Tiga buah gelas kimia
2. Tiga buah termometer
3. Tiga buah pembakar bunsen
4. Tiga buah *stopwatch*
5. Air dan alkohol



**Prosedur kerja:**

1. Isilah gelas kimia pertama dengan 200 g (200 mL) air, gelas kimia kedua dengan 150 g (150 mL) air, dan gelas kimia ketiga dengan 100 g (100 mL) air.
2. Setelah itu, panaskan ketiga gelas kimia tersebut dengan pembakar bunsen.
3. Masukkan termometer ke dalam setiap gelas kimia, kemudian catatlah kenaikan suhu tiap 1 menit untuk setiap gelas kimia.
4. Ulangi prosedur kerja 1 – 3 untuk alkohol.

*Diskusikanlah pertanyaan berikut untuk mendapatkan kesimpulan*

1. Pada gelas kimia manakah yang lebih cepat mengalami kenaikan suhu?
2. Bagaimanakah pengaruh massa terhadap kenaikan suhu?
3. Manakah yang lebih cepat panas, 200 g air atau 200 g alkohol?
4. Bagaimanakah pengaruh jenis zat terhadap kenaikan suhu?
5. Gambarlah grafik hubungan suhu dan waktu!

Dari **Kegiatan 3.8**, kamu dapat mengamati bahwa besarnya kenaikan suhu dipengaruhi oleh massa dan jenis zat tersebut. Jadi, dari kegiatan di atas dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Semakin besar kalor yang diberikan pada suatu zat, semakin besar kenaikan suhunya.
2. Semakin besar massa suatu zat, semakin besar kalor yang diperlukan untuk memanaskan zat tersebut.
3. Kalor yang diberikan pada suatu zat sebanding dengan kalor jenis zat tersebut.

Jika dituliskan dalam bentuk persamaan matematika, diperoleh hubungan sebagai berikut.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad \dots (3 - 12)$$

*Keterangan:*

$Q$  = banyaknya kalor yang diperlukan (J)

$m$  = massa zat (kg)

$c$  = kalor jenis zat ( $\text{J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )

$\Delta T$  = kenaikan suhu ( $^\circ\text{C}$ )

Berdasarkan hasil pengamatan dari **Kegiatan 3.8**, apakah waktu yang diperlukan untuk menaikkan  $1\text{ } ^\circ\text{C}$  air dan  $1\text{ } ^\circ\text{C}$  alkohol sama? Tidak semua zat memiliki kemampuan yang sama dalam menyerap kalor. Hal ini terbukti bahwa kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu alkohol sebesar  $1\text{ } ^\circ\text{C}$  lebih kecil daripada kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu air sebesar  $1\text{ } ^\circ\text{C}$ . Artinya, alkohol lebih cepat panas daripada air. Nah, kemampuan untuk menyerap kalor ditentukan oleh sifat dari suatu zat dinamakan kalor jenis. Jadi, kalor jenis suatu zat adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kilogram zat sebesar  $1\text{ } ^\circ\text{C}$ . Secara matematis, kalor jenis didefinisikan sebagai berikut.

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad \dots (3 - 13)$$



**Tabel 3.5** Kalor jenis berbagai zat

Nama Zat	Koefisien Jenis ( $\text{J Kg}^{-1}\text{°C}^{-1}$ )
timah hitam	130
raksa	140
perak	230
tembaga	390
besi	450
kaca	670
aluminium	900
udara	1.000
kayu	1.700
es	2.100
alkohol	2.400
air	4.200

Sumber: Physics for You

### Tokoh Sains

James Prescott Joule



James Prescott Joule (1818 - 1889) ialah seorang ilmuwan Inggris yang merumuskan Hukum Kekekalan Energi, yaitu "Energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan."

Ia adalah seorang ilmuwan Inggris yang hobi fisika. Dengan percobaan ia berhasil membuktikan bahwa panas (kalor) tak lain adalah suatu bentuk energi. Dengan demikian ia berhasil mematahkan teori kalorik, teori yang menyatakan panas sebagai zat alir.

Satuan internasional dalam sistem MKS untuk kalor jenis adalah  $\text{J kg}^{-1} \text{°C}^{-1}$ . Satuan kalor jenis suatu zat dapat juga dituliskan dalam kalori per gram°Celsius.

Sebagai contoh, dalam sistem MKS kalor jenis air adalah  $4.200 \text{ J kg}^{-1} \text{°C}^{-1}$ . Hal ini berarti bahwa kalor yang diperlukan untuk menaikkan 1 kg air sebesar  $1 \text{ °C}$  adalah 4.200 J. Nah, tahukah kamu kalor jenis zat-zat lainnya? Kalor jenis beberapa zat dapat kamu lihat pada **Tabel 3.5**.

### Contoh

1. Berapa kalor yang diperlukan untuk memanaskan 500 g air dari  $25 \text{ °C}$  menjadi  $100 \text{ °C}$ , jika kalor jenis air adalah  $4.200 \text{ J kg}^{-1} \text{°C}^{-1}$ ?

**Jawab:**

massa air ( $m$ ) = 500 g = 0,5 kg

kalor jenis air ( $c$ ) =  $4.200 \text{ J kg}^{-1} \text{°C}^{-1}$

kenaikan suhu air ( $\Delta T$ ) =  $100 \text{ °C} - 25 \text{ °C} = 75 \text{ °C}$

$Q = \dots?$

Dengan menggunakan Persamaan (3 - 12) diperoleh:

$$\begin{aligned} Q &= m \cdot c \cdot \Delta T \\ &= (0,5 \text{ kg}) \times (4.200 \text{ J kg}^{-1} \text{°C}^{-1}) \times (75 \text{ °C}) \\ &= 157.500 \text{ J} \end{aligned}$$

Jadi, kalor yang diperlukan adalah 157.500 J.

2. Sebuah besi yang bermassa 2 kg dipanaskan dari  $14 \text{ °C}$  menjadi  $30 \text{ °C}$ . Jika kalor yang diperlukan untuk memanaskan besi tersebut adalah 14.400 J, berapakah kalor jenis besi tersebut?

**Jawab:**

massa besi ( $m$ ) = 2 kg

kenaikan suhu besi ( $\Delta T$ ) =  $30 \text{ °C} - 14 \text{ °C} = 16 \text{ °C}$

energi kalor yang diperlukan ( $Q$ ) = 14.400 J

$c = \dots?$

Dengan menggunakan Persamaan (3 - 13) diperoleh:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = \frac{14.400 \text{ J}}{2 \text{ kg} \times 16 \text{ °C}} = 450 \text{ J kg}^{-1} \text{°C}^{-1}$$

Jadi, kalor jenis besi tersebut adalah  $450 \text{ J kg}^{-1} \text{°C}^{-1}$ .

3. Kalor 31,5 kJ dilepaskan dari 1,2 kg es pada suhu  $-15 \text{ °C}$ . Berapakah suhu akhirnya, jika kalor jenis es adalah  $2.100 \text{ J kg}^{-1} \text{°C}^{-1}$ ?

**Jawab:**

suhu awal =  $-15 \text{ °C}$

massa es ( $m$ ) = 1,2 kg

kalor jenis es ( $c$ ) =  $2.100 \text{ J kg}^{-1} \text{°C}^{-1}$

energi kalor yang dilepaskan ( $Q$ ) = 31,5 kJ = 31.500 J

suhu akhir =  $\dots?$

$$\begin{aligned}
 Q &= m \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow \Delta T = \frac{Q}{m \cdot c} \\
 &= \frac{31.500 \text{ J}}{1,2 \text{ kg} \times 2.100 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}} \\
 &= 12,5 \text{ }^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

Jadi, suhu akhirnya adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Perubahan suhu} &= \text{suhu awal} - \text{suhu akhir} \\
 \text{suhu akhir} &= \text{suhu awal} - \text{perubahan suhu} \\
 &= -15 \text{ }^{\circ}\text{C} - 12,5 \text{ }^{\circ}\text{C} \\
 &= -27,5 \text{ }^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

## Kapasitas kalor

Kapasitas kalor didefinisikan sebagai jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 °C atau 1 K. Secara matematis kapasitas kalor dirumuskan:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad \dots (3 - 14)$$

Atau

$$C = m \cdot c \quad \dots (3 - 15)$$

Keterangan:

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{jumlah kalor yang diserap atau dilepas (J)} \\
 C &= \text{kapasitas kalor (J }^{\circ}\text{C}^{-1} \text{ atau J K}^{-1}) \\
 \Delta T &= \text{kenaikan suhu (}^{\circ}\text{C atau K)} \\
 m &= \text{massa benda (kg)} \\
 c &= \text{kalor jenis (J kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1})
 \end{aligned}$$

## Contoh

Untuk menaikkan suhu suatu benda dari 10 °C hingga 30 °C diperlukan kalor 60.000 J. Hitung besar kapasitas kalor benda tersebut!

**Jawab:**

$$\begin{aligned}
 Q &= 60.000 \text{ J} \\
 T_1 &= 10 \text{ }^{\circ}\text{C} \\
 T_2 &= 30 \text{ }^{\circ}\text{C} \\
 C &= \dots?
 \end{aligned}$$

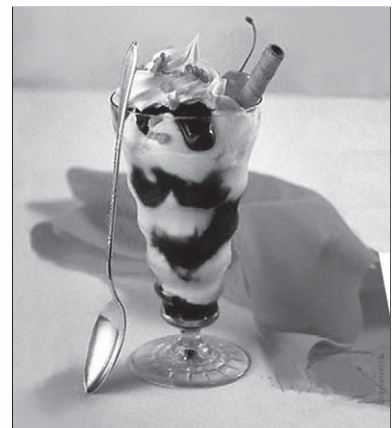
Dengan menggunakan Persamaan (3 - 14) diperoleh:

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{Q}{\Delta T} = \frac{60.000 \text{ J}}{30 \text{ }^{\circ}\text{C} - 10 \text{ }^{\circ}\text{C}} \\
 &= 3.000 \text{ J }^{\circ}\text{C}^{-1}
 \end{aligned}$$

Jadi, kapasitas kalor benda adalah 3.000 J °C<sup>-1</sup>.

## b. Kalor dan Perubahan Wujud Zat

Pernahkah kamu membeli es krim? Jika kamu membeli es krim, kemudian es krim tersebut kamu biarkan beberapa saat di tempat yang terbuka, maka es krim tersebut lama-kelamaan akan mencair. Mengapa es krim dapat mencair?



**Gambar 3.15** Es krim mencair karena menerima kalor dari sekitarnya.

Sumber: Dokumen Penerbit

Hal ini disebabkan es krim menerima kalor dari udara di sekitarnya sehingga es krim mengalami perubahan wujud dari zat padat menjadi zat cair.

Peristiwa tersebut membuktikan bahwa kalor yang diberikan pada suatu zat dapat mengubah wujud zat tersebut. Agar kamu lebih memahami hubungan antara kalor dan perubahan wujud zat, lakukanlah **Kegiatan 3.9** berikut.

### Kegiatan 3.9

#### Hubungan antara Kalor dengan Perubahan Wujud Zat

##### Tujuan:

Menyelidiki hubungan antara kalor dengan perubahan wujud zat.

##### Alat dan bahan:

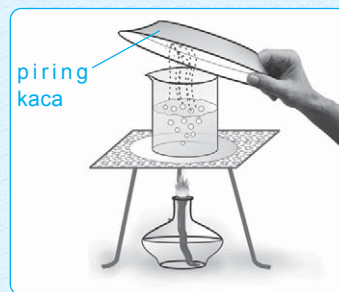
- |                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| 1. Gelas kimia       | 5. Piring kaca yang bening, |
| 2. Pembakar spiritus | 6. Es batu.                 |
| 3. Kaki tiga         |                             |
| 4. Kawat kasa        |                             |

##### Prosedur kerja:

1. Masukkan es ke dalam gelas kimia, kemudian panaskan dengan pembakar spiritus. Perhatikan gambar di samping.
2. Amati perubahan wujud pada es.
3. Setelah es mencair, panaskan air sampai mendidih. Kemudian, dekatkan piring kaca yang bening ke mulut gelas kimia. Perhatikan gambar di samping.
4. Amati perubahan wujud pada air.

*Diskusikanlah pertanyaan berikut untuk mendapatkan kesimpulan.*

1. Perubahan wujud apa yang terjadi pada es setelah dipanaskan?
2. Perubahan wujud apa yang terjadi pada air setelah dipanaskan?
3. Apakah yang terlihat pada permukaan piring yang didekatkan di mulut gelas kimia?



Dari **Kegiatan 3.9** di atas kamu telah menyelidiki pengaruh pemberian kalor pada es batu sehingga es batu mengalami perubahan wujud dari zat padat menjadi zat cair. Peristiwa ini dinamakan *mencair*.

Setelah menjadi air, kemudian air tersebut diberi kalor, kamu dapat mengamati bahwa air juga mengalami perubahan wujud. Perubahan wujud yang dialami air ketika diberikan kalor adalah dari zat cair menjadi zat gas. Peristiwa ini dinamakan *menguap*.



Untuk memudahkan kamu mengingat perubahan wujud zat, perhatikan diagram perubahan wujud zat di samping. Anak panah yang bergaris tegas menyatakan bahwa dalam proses perubahan wujud, zat tersebut memerlukan kalor. Adapun anak panah yang bergaris putus-putus menyatakan bahwa dalam proses perubahan wujud, zat tersebut melepaskan kalor.

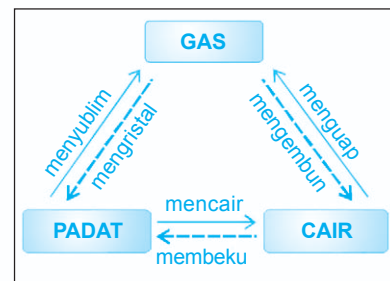
*Menyublim* adalah peristiwa perubahan wujud dari padat menjadi gas. Pada peristiwa menyublim, zat padat memerlukan kalor. Adapun mengkristal adalah proses perubahan wujud dari gas menjadi padat. Pada peristiwa menyublim, zat gas melepaskan kalor.

Ciri dari perubahan wujud yang memerlukan kalor adalah terjadinya kenaikan suhu. Sedangkan ciri dari perubahan wujud yang melepaskan kalor adalah terjadinya penurunan suhu.

#### 1) Penguapan dan Pengembunan

Ketika kamu selesai berenang di siang hari yang panas, lalu beristirahat di tepi kolam dan tidak segera mengeringkan tubuhmu dengan handuk, lama-kelamaan tubuhmu akan merasa kedinginan. Nah, tahukah kamu mengapa tubuhmu merasa kedinginan, meskipun saat itu cuaca sangat panas? Kamu merasa kedinginan karena kalor yang ada dalam tubuhmu berpindah ke tetes-tetes air yang suhunya lebih rendah dari suhu tubuhmu sampai tetes air tersebut menguap dan membawa kalor dari tubuhmu. Peristiwa tersebut menyebabkan kamu telah kehilangan energi kalor sehingga tubuhmu merasakan kedinginan.

Agar kamu lebih memahami peristiwa penguapan, lakukanlah kegiatan berikut.



**Gambar 3.16** Diagram perubahan wujud zat.

### Kegiatan 3.10



#### Penguapan

##### Tujuan:

Menyelidiki peristiwa penguapan.

##### Alat dan bahan:

Alkohol secukupnya

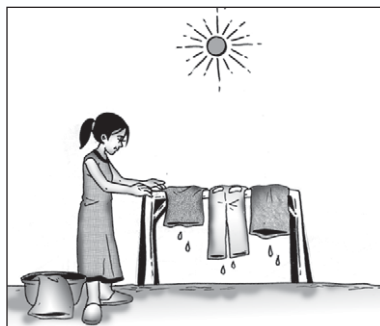
##### Prosedur kerja:

1. Sediakanlah alkohol secukupnya.
2. Teteskanlah alkohol ke permukaan kulit tanganmu.
3. Perhatikanlah bagaimana alkohol menguap. Apakah yang kamu rasakan?

*Diskusikanlah pertanyaan berikut untuk mendapatkan kesimpulan.*

1. Apa yang kamu rasakan ketika alkohol menguap?
2. Mengapa tanganmu merasakan demikian?





**Gambar 3.17** Pakaian dibentangkan saat dijemur agar cepat kering.

Alkohol mudah menguap. Ketika alkohol ditetaskan ke permukaan kulit, maka untuk penguapan dibutuhkan kalor yang diambil dari kulit sehingga kulit merasa dingin karena melepas kalor. Dari peristiwa tersebut jelaslah bahwa zat memerlukan kalor untuk menguap.

Nah, tahukah kamu hal-hal apa saja yang dapat dilakukan untuk mempercepat proses penguapan? Untuk mempercepat proses penguapan dapat dilakukan cara-cara seperti berikut.

a) Memperluas Permukaan

Pernahkah kamu mengamati ibumu ketika menjemur pakaian? Apa yang dilakukan ibumu agar pakaian yang dijemur cepat kering?

Untuk mempercepat proses penguapan agar pakaian yang dijemur cepat kering, ibumu biasanya membentangkan atau melebarkan letak pakaian. Dengan memperluas permukaan pakaian yang dijemur, berarti kamu telah memperbanyak molekul-molekul air dekat dengan permukaan udara yang memungkinkan air meninggalkan molekul lainnya untuk berubah wujud menjadi molekul-molekul gas.

### Tugas 3.2

Carilah contoh lain pada kehidupan sehari-hari yang biasa dilakukan untuk mempercepat proses penguapan dengan memperluas permukaan. Diskusikan dengan teman sekelompokmu, kemudian bacakan hasilnya di depan kelas.

b) Mengurangi Tekanan pada Permukaan

Untuk mempercepat proses penguapan dapat juga dilakukan dengan mengurangi tekanan pada permukaan. Jika tekanan pada permukaan zat cair diperkecil, partikel-partikel udara yang ada di atas permukaan zat cair menjadi lebih renggang. Hal ini menyebabkan, partikel-partikel zat cair yang ada di permukaan dapat lebih cepat melepaskan diri dari molekul-molekul lainnya karena tidak ada molekul udara yang menghalanginya dan molekul zat cair tersebut dapat dengan mudah mengisi ruang kosong di antara molekul-molekul udara tersebut.

c) Memanaskan atau Menaikkan Suhu Zat

Jika air dalam bejana dipanaskan maka air akan lebih mudah menguap daripada air dalam bejana yang tidak dipanaskan. Hal ini terjadi karena molekul-molekul yang lebih dekat dengan permukaan bergetar lebih cepat sehingga mampu melepaskan diri dari permukaan zat cair, yang disebut dengan menguap.

d) Meniupkan Udara di Atas Permukaan

Ketika kamu membeli bakso yang masih panas, apa yang seharusnya kamu lakukan agar bakso yang masih panas cepat dingin?

Bakso yang masih panas perlu kamu tiupkan udara di atas permukaan bakso agar cepat dingin. Udara yang bertiup di atas permukaannya dapat membawa molekul-molekul air di dekat permukaan meninggalkan air panas pada bakso.

Contoh lainnya, yaitu ketika kamu meneteskan alkohol di atas permukaan kulitmu, kemudian kamu meniupnya maka alkohol tersebut perlahan-lahan mulai menguap dan habis.

Peristiwa pengembunan dapat kamu amati ketika kamu memasak air di ceret dan uap airnya mengenai tutup ceret.



**Gambar 3.18** Meniup udara di atas permukaan bakso panas dapat mempercepat pendinginan.

2) Pendidihan

Ketika kamu memanaskan air, suhu air tersebut akan bertambah. Pada suhu tertentu, keseluruhan zat cair tersebut mengalami penguapan (tidak hanya di permukaan air) sehingga gelembung-gelembung uap terjadi di dalam seluruh zat cair. Peristiwa ini dinamakan pendidihan. Agar kamu lebih memahami peristiwa mendidih, lakukanlah **Kegiatan 3.11** berikut.

### Kegiatan 3.11

#### Pendidihan

**Tujuan:**

Menyelidiki peristiwa pendidihan.

**Alat dan bahan:**

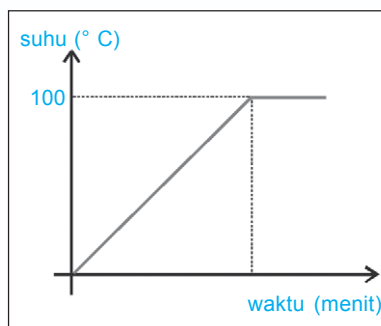
1. Sebuah gelas kimia
2. Pembakar spiritus
3. *Stopwatch*
4. Termometer
5. Air secukupnya

**Prosedur kerja:**

1. Isilah gelas kimia dengan air 200 mL, kemudian panaskan gelas kimia tersebut dengan pembakar spiritus.
2. Amatilah dan catat kenaikan suhu pada termometer setiap menitnya.
3. Lakukan pengamatan hingga air dalam gelas kimia mendidih.
4. Buatlah grafik suhu terhadap waktu.

*Diskusikanlah pertanyaan berikut untuk mendapatkan kesimpulan.*

1. Pada suhu berapa air mulai mendidih?
2. Buatlah grafik suhu terhadap waktu dari hasil percobaanmu, kemudian tuliskan kesimpulanmu!



**Gambar 3.19** Grafik suhu terhadap waktu dari pemanasan air hingga mendidih pada 100° C dan terus dipanaskan.

Dari **Kegiatan 3.11** diperoleh bahwa air mendidih pada suhu 100 °C (tekanan 1 atm), jika air terus dipanaskan sewaktu mendidih, suhunya tetap 100 °C. Jika digambarkan dalam bentuk grafik, diperoleh grafik seperti **Gambar 3.19**.

Dari **Kegiatan 3.11** dapat diamati juga bahwa sewaktu mendidih, zat cair tersebut tetap memerlukan kalor. Nah, tahukah kamu berapakah besar kalor yang diperlukan untuk menguapkan air pada titik didihnya?

Berdasarkan penelitian, untuk menguapkan 1 kg air pada suhu 100 °C diperlukan kalor sebanyak 2.260.000 J. Nah, banyaknya kalor yang diperlukan untuk menguapkan 1 kg zat cair pada titik didihnya dinamakan kalor uap ( $U$ ). Satuan kalor uap adalah Joule per kg. Secara matematis banyaknya kalor yang diperlukan untuk menguapkan zat cair pada titik didihnya dituliskan sebagai berikut.

$$Q = m \cdot U \quad \dots (3 - 16)$$

*Keterangan:*

$Q$  = kalor yang diperlukan (J)

$m$  = massa zat (kg)

$U$  = kalor uap ( $\text{J kg}^{-1}$ )

Besarnya kalor uap setiap zat berbeda. Pada **Tabel 3.6** ditunjukkan besarnya titik didih dan kalor uap berbagai zat.

**Tabel 3.6** Titik didih dan kalor uap berbagai zat.

Nama Zat	Titik Didih (°C)	Kalor Uap ( $\text{J kg}^{-1}$ )
alkohol	78	1.100.000
air	100	2.260.000
raksa	357	272.000
tembaga	1.187	5.069.000
timah hitam	1.750	871.000
perak	2.193	2.336.000
emas	2.660	1.578.000
besi	3.023	6.340.000

**Sumber:** Tabel Referensi

### Contoh

Berapakah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menguapkan 3 kg air pada suhu 100 °C jika kalor uap air 2.260.000  $\text{J kg}^{-1}$ ?

**Jawab:**

massa air ( $m$ ) = 3 kg

kalor uap air ( $U$ ) = 2.260.000 J

$Q$  = ...?

$$Q = m \cdot U = (3 \text{ kg}) \times (2.260.000 \text{ J kg}^{-1}) \\ = 6.780.000 \text{ J}$$

Jadi, banyaknya kalor yang diperlukan adalah 6.780.000 J.

### 3) Pencairan dan Pembekuan

Es krim dibiarkan beberapa saat dalam keadaan terbuka, lama-kelamaan es krim tersebut akan mencair. Peristiwa mencair atau melebur adalah proses perubahan wujud dari zat padat menjadi zat cair. Peristiwa membeku merupakan kebalikan dari peristiwa mencair. *Membeku* adalah proses perubahan wujud dari zat cair menjadi zat padat. Nah, apakah proses mencair dan membeku memerlukan kalor? Untuk mencair suatu zat memerlukan kalor, sedangkan untuk membeku suatu zat melepaskan kalor. Pada saat zat melebur atau mencair suhu suatu zat selalu tetap.

Nah, tahukah kamu berapa kalor yang diperlukan untuk mencairkan suatu zat? Kalor yang diperlukan untuk mencairkan 1 kg zat padat menjadi 1 kg zat cair pada titik leburnya dinamakan *kalor lebur*. Sebaliknya, kalor yang dilepaskan pada saat 1 kg zat cair membeku menjadi 1 kg zat padat pada titik bekunya dinamakan *kalor beku*.

Apakah kalor lebur dan kalor beku suatu zat berbeda? Hasil penelitian menunjukkan bahwa kalor lebur dan kalor beku suatu zat yang sejenis adalah sama, begitu juga halnya dengan titik lebur dan titik beku suatu zat sejenis adalah sama.

Secara matematis, banyaknya kalor yang diperlukan untuk meleburkan zat padat pada titik leburnya adalah sebagai berikut.

$$Q = m \cdot U \quad \dots (3 - 17)$$

Keterangan:

$Q$  = kalor yang diperlukan (J)

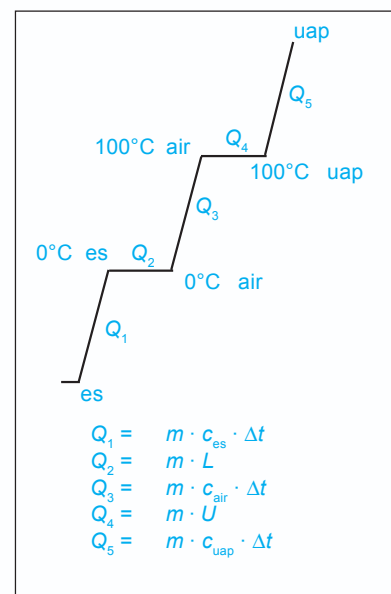
$m$  = massa zat (kg)

$L$  = kalor lebur atau kalor beku ( $\text{J kg}^{-1}$ )

Setiap benda memiliki titik lebur dan kalor lebur yang berbeda, pada **Tabel 3.7** diperlihatkan titik lebur dan kalor lebur beberapa zat.

**Tabel 3.7** Titik lebur dan kalor lebur berbagai zat.

Nama Zat	Titik Lebur ( $^{\circ}\text{C}$ )	Kalor Lebur ( $\text{J kg}^{-1}$ )
alkohol	-97	69.000
raksa	-39	20.000
air	0	336.000
timah hitam	327	25.000



**Gambar 3.20** Diagram kalor yang diperlukan dalam perubahan wujud es hingga menjadi uap.



aluminium	660	403.000
perak	961	88.000
tembaga	1.083	206.000
platina	1.769	113.000
besi	1.808	289.000

Sumber: Tabel Referensi

### Contoh

1. Berapakah kalor yang diperlukan untuk melebur 5 kg aluminium jika kalor lebur aluminium  $403.000 \text{ J kg}^{-1}$ ?

**Jawab:**

massa aluminium ( $m$ ) = 5 kg

kalor lebur aluminium ( $L$ ) =  $403.000 \text{ J kg}^{-1}$

$$\begin{aligned} Q &= m \cdot L \\ &= (5 \text{ kg}) \times (403.000 \text{ J kg}^{-1}) \\ &= 2.015.000 \text{ J} \end{aligned}$$

Jadi, banyaknya kalor yang diperlukan adalah sebesar 2.015.000 J.

2. Berapakah banyaknya kalor yang diperlukan untuk meleburkan 200 g es yang mempunyai suhu  $-5^\circ\text{C}$ , jika kalor jenis es  $2.100 \text{ J kg}^{-1}^\circ\text{C}$  dan kalor lebur es  $340.000 \text{ J kg}^{-1}$ ?

**Jawab:**

massa es ( $m$ ) = 200 g = 0,2 kg

suhu awal es =  $-5^\circ\text{C}$

kalor jenis es ( $c$ ) =  $2.100 \text{ J kg}^{-1}^\circ\text{C}$

kalor lebur es ( $L$ ) =  $340.000 \text{ J kg}^{-1}$

Perhatikan grafik pada gambar di samping.

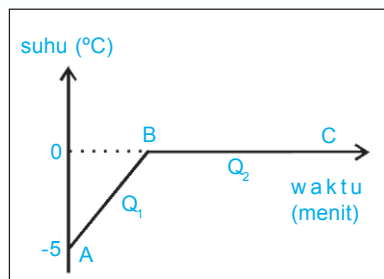
Dari grafik terlihat bahwa untuk meleburkan es yang bersuhu  $-5^\circ\text{C}$  terlebih dahulu diperlukan kalor  $Q_1$  untuk menaikkan suhu es sampai pada titik leburnya ( $0^\circ\text{C}$ ), yaitu sebesar:

$$\begin{aligned} Q_1 &= m \cdot c \cdot \Delta T \\ &= (0,2 \text{ kg}) \times (2.100 \text{ J kg}^{-1}^\circ\text{C}) \times (5^\circ\text{C}) \\ &= 2.100 \text{ J} \end{aligned}$$

Setelah itu, diperlukan kalor untuk meleburkan es menjadi air sebesar:

$$\begin{aligned} Q_2 &= m \cdot L \\ &= (0,2 \text{ kg}) \times (340.000 \text{ J kg}^{-1}) \\ &= 68.000 \text{ J} \end{aligned}$$

Jadi, banyaknya kalor yang diperlukan untuk meleburkan es yang bersuhu  $-5^\circ\text{C}$  menjadi air yang bersuhu  $0^\circ\text{C}$  adalah:

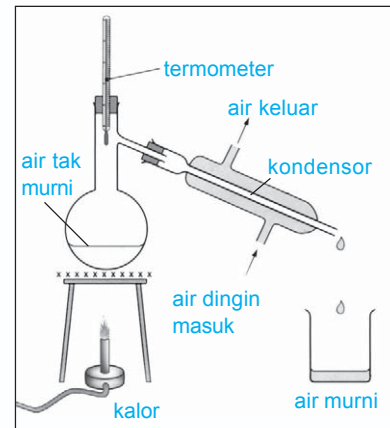


$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= Q_1 + Q_2 \\
 &= 2.100 \text{ J} + 68.000 \text{ J} \\
 &= 70.100 \text{ J}
 \end{aligned}$$

### c. Peralatan Sederhana yang Memanfaatkan Prinsip Kalor

Tahukah kamu bagaimana cara membuat air murni? Untuk membuat air murni dapat menggunakan proses penyulingan. Alat penyulingan sederhana terdiri atas labu didih, pipa uap air, kondensor (alat pendingin), pembakar bunsen, dan wadah penampung air hasil penyulingan. Perangkat proses penyulingan ditunjukkan pada **Gambar 3.21**.

Nah, bagaimana prinsip kerja alat penyulingan air sederhana tersebut? Ketika air tidak murni di dalam labu dipanaskan sampai mendidih, uap airnya dialirkan melalui pipa uap air dalam kondensor. Selanjutnya pada kondensor dialiri air dingin secara terus-menerus. Akibatnya, uap air murni dalam pipa uap air mengembun menghasilkan air murni.



**Gambar 3.21** Alat penyulingan sederhana.

## 2. Asas Black

Pada uraian sebelumnya telah dijelaskan bahwa jika kamu ingin membuat air hangat untuk mandi pagi, kamu terlebih dahulu mencampurkan air panas dengan air dingin. Untuk kasus pencampuran dua zat cair yang mempunyai suhu berbeda, akan terjadi aliran energi panas dari zat cair yang mempunyai suhu lebih tinggi ke zat cair yang mempunyai suhu lebih rendah hingga mencapai titik kesetimbangan.

Peristiwa ini diteliti oleh fisikawan dari Skotlandia yang bernama **Joseph Black**. Joseph Black menyatakan bahwa banyaknya kalor yang dilepaskan air panas sama dengan banyaknya kalor yang diterima air dingin. Pernyataan ini kemudian dikenal dengan nama *Asas Black*. Secara matematis, Asas Black dinyatakan sebagai berikut.

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}} \quad \dots (3 - 18)$$

### Contoh

Untuk membuat air hangat, Tina mencampurkan 500 g air yang bersuhu 30°C dengan air sebanyak 250 g yang bersuhu 60°C. Jika kalor jenis air adalah 4.200 J kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>, berapakah suhu akhir campuran?

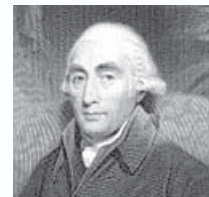
**Jawab:**

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 m_1 &= 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg} & m_2 &= 250 \text{ g} = 0,25 \text{ kg} \\
 T_1 &= 30 \text{ }^\circ\text{C} & T_2 &= 60 \text{ }^\circ\text{C} \\
 c &= 4.200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \\
 T_a &= \dots?
 \end{aligned}$$

## Tokoh Sains

### Joseph Black



Joseph Black (16 April 1728 – 6 Desember 1799) adalah seorang ahli fisika dan kimia asal Skotlandia. Black memulai penelitian mengenai sifat kimia magnesia alba (magnesium karbonat) dan menemukan sesuatu yang disebutnya dengan *fixed air* (karbon dioksida). Eksperimen ini melibatkan pengukuran gravimetrik pertama yang dilakukan dengan sangat hati-hati pada suatu perubahan ketika magnesia alba (dengan melepaskan CO<sub>2</sub>) dan bereaksi menghasilkan produk berupa asam atau basa.

Pada tahun 1756, dia bertemu James Watt (penemu mesin uap) dan memulai bekerja mengembangkan kalor laten, dan bagian pertama dari kalorimetri. Karena dia tinggal di Glasgow, dia melakukan eksperimen pada proses pembekuan dan pendidihan air dan campuran air-alkohol yang mengawalnya pada konsep kalor laten leburan. Dia melakukan penelitian yang sama untuk kalor laten penguapan, yang merupakan awal dari konsep kapasitas kalor atau kalor spesifik.

Sumber: [www.chem-is-try.org](http://www.chem-is-try.org)

Dengan menggunakan Persamaan (3 – 18) diperoleh:

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= Q_2 \\
 m_1 \cdot c \cdot (T_a - T_1) &= m_2 \cdot c \cdot (T_2 - T_a) \\
 m_1 \cdot (T_a - T_1) &= m_2 \cdot (T_2 - T_a) \\
 0,5 \text{ kg} \times (T_a - 30^\circ\text{C}) &= 0,25 \text{ kg} \times (60^\circ\text{C} - T_a) \\
 2(T_a - 30^\circ\text{C}) &= 60^\circ\text{C} - T_a \\
 2T_a - 60^\circ\text{C} &= 60^\circ\text{C} - T_a \\
 3T_a &= 120^\circ\text{C} \\
 T_a &= 40^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Jadi, suhu campurannya adalah  $40^\circ\text{C}$ .

Pernahkah kamu membuat air panas dengan menggunakan *dispenser*? Prinsip Asas Black juga dipakai dalam pembuatan air panas oleh *dispenser*. Air dalam *dispenser* tersebut dapat mendidih karena memperoleh energi panas dari energi listrik yang berasal dari elemen pemanas. Pada peristiwa tersebut, elemen pemanas memberikan energi panas dan air menerimanya. Secara matematis peristiwa pada *dispenser* dituliskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{lepas}} &= Q_{\text{terima}} \\
 W_{\text{listrik}} &= Q
 \end{aligned}$$

$$P \cdot t = m \cdot c \cdot \Delta T \quad \dots (3 - 19)$$

Keterangan:

- $W$  = energi listrik (J)
- $Q$  = banyaknya kalor yang diterima (J)
- $P$  = daya listrik (W)
- $t$  = banyaknya waktu yang diperlukan (s)
- $m$  = massa (kg)
- $c$  = kalor jenis air ( $\text{J kg}^{-1}^\circ\text{C}^{-1}$ )
- $\Delta T$  = perubahan suhu ( $^\circ\text{C}$ )

### Contoh

Sebuah pemanas listrik yang memiliki daya 350 W digunakan untuk memanaskan air dari suhu  $30^\circ\text{C}$  menjadi  $80^\circ\text{C}$  selama 20 menit. Jika kalor jenis air  $4.200 \text{ J kg}^{-1}^\circ\text{C}^{-1}$ , tentukan massa air tersebut!

**Jawab:**

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 P &= 350 \text{ W} & \Delta T &= 80^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} = 50^\circ\text{C} \\
 T_1 &= 30^\circ\text{C} & t &= 20 \text{ menit} = 20 \times 60 \text{ s} = 1.200 \text{ s} \\
 T_2 &= 80^\circ\text{C} & c &= 4.200 \text{ J kg}^{-1}^\circ\text{C}^{-1} \\
 m &= \dots?
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan Persamaan (3 – 19) diperoleh:

$$\begin{aligned}
 P \cdot t &= m \cdot c \cdot \Delta T \\
 (350 \text{ W}) \times (1.200 \text{ s}) &= m \times (4.200 \text{ J kg}^{-1}^\circ\text{C}^{-1}) \times (50^\circ\text{C})
 \end{aligned}$$

$$m = \frac{(350 \text{ W}) \times (1.200 \text{ s})}{(4.200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}) \times (50^{\circ}\text{C})}$$

$$= 2 \text{ kg}$$

Jadi, massa air tersebut adalah 2 kg.

### 3. Perpindahan Kalor

Pernahkah kamu membantu ibumu memasak sayur? Tahukah kamu mengapa api kompor dapat memanaskan air dalam panci sehingga sayuran yang ada di dalamnya menjadi masak? Ketika kamu memasak sayuran, kalor dari api kompor berpindah ke dalam panci. Kemudian, kalor tersebut berpindah ke dalam air sehingga air menjadi panas dan sayuran yang ada di dalamnya menjadi masak. Peristiwa tersebut membuktikan bahwa kalor dapat berpindah.

Letak Matahari dari planet kita ini sangat jauh, yaitu sekitar 152.100.000 km, tetapi kalor dari Matahari dapat berpindah ke planet kita ini sehingga kita dapat merasakan cuaca yang hangat. Andai saja kalor tidak dapat merambat, dapatkah kamu membayangkan bagaimana keadaan planet kita ini?

Kalor berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Bagaimana kalor dapat berpindah? Kalor dapat berpindah melalui tiga cara yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

#### a. Perpindahan Kalor secara Konduksi

Pernahkah kamu bersama teman-temanmu memindahkan suatu benda dengan cara estafet dari satu tangan ke tangan lainnya? Perhatikan **Gambar 3.22**.

Dari **Gambar 3.22**, kamu dapat mengamati bahwa benda dapat berpindah dari tangan kanan ke kiri secara estafet. Nah, apakah selama benda berpindah, orangnya ikut berpindah? Pada perpindahan secara estafet hanya bendanya saja yang berpindah, sedangkan orangnya tidak ikut berpindah. Peristiwa perpindahan benda secara estafet menyerupai perpindahan kalor secara konduksi.

Benda terdiri atas molekul-molekul. Jika benda-benda tersebut diumpamakan sebagai kalor dan orang-orang dianggap sebagai molekul-molekul, maka dapat disimpulkan bahwa perpindahan kalor secara konduksi adalah perpindahan kalor pada suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan molekul-molekul zat tersebut.

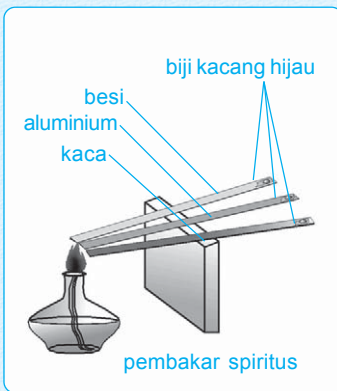
Agar kamu lebih memahami peristiwa perpindahan kalor secara konduksi pada berbagai zat, lakukanlah kegiatan berikut.



**Gambar 3.22** Buku berpindah dari kanan ke kiri secara estafet.



### Kegiatan 3.12



#### Perpindahan Panas secara Konduksi

##### Tujuan:

Mengamati perpindahan panas secara konduksi.

##### Alat dan bahan:

1. Tiga buah kacang hijau
2. Mentega
3. Pembakar spiritus
4. Batang besi, batang aluminium, dan batang kaca yang berukuran sama.

##### Prosedur kerja:

1. Tempelkan kacang hijau dengan menggunakan mentega di salah satu ujung batang besi, batang aluminium, dan batang kaca.
2. Panaskan ketiga batang tersebut secara bersamaan pada salah satu ujungnya. Perhatikan gambar.
3. Amatilah ketiga kacang hijau tersebut setelah dipanaskan dengan menggunakan pembakar spiritus.

*Diskusikan pertanyaan berikut untuk memperoleh kesimpulan!*

1. Pada batang manakah kacang hijau paling cepat jatuh?
2. Mengapa mentega di ujung batang dapat mencair?

Dari **Kegiatan 3.12** kamu dapat mengamati bahwa daya hantar kalor secara konduksi untuk setiap benda adalah berbeda-beda. Ada benda yang dapat menghantarkan kalor dengan baik, ada pula benda yang tidak dapat menghantarkan kalor dengan baik. Benda-benda yang dapat menghantarkan kalor dengan baik dinamakan konduktor. Logam dan besi merupakan contoh konduktor yang baik. Sebaliknya, benda-benda yang tidak dapat menghantarkan kalor dengan baik dinamakan isolator. Contoh benda yang termasuk isolator adalah kaca, kayu, dan plastik.

Benda yang bersifat konduktor dan isolator sering dipakai dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, panci pada umumnya terbuat dari bahan yang bersifat konduktor, seperti aluminium, tembaga, atau besi. Hal itu dikarenakan bahan-bahan yang bersifat konduktor mudah untuk menghantarkan kalor dari api ke bahan makanan atau air.

Tahukah kamu mengapa panci memiliki gagang yang terbuat dari kayu atau plastik? Jika panci memiliki gagang dari bahan logam yang umumnya bersifat konduktor, maka gagang panci tersebut akan menjadi panas juga. Jika hal ini terjadi kamu akan sulit mengangkat panci tersebut.

### Tugas 3.3

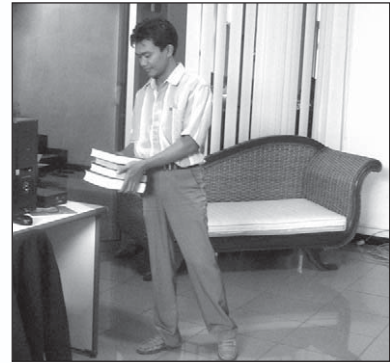
Berikan contoh benda-benda apa saja yang ada di sekitarmu yang termasuk konduktor dan isolator! Diskusikanlah dengan teman sekelompokmu, kemudian bacakan hasilnya di depan kelas!

#### b. Perpindahan Kalor secara Konveksi

Pernahkah kamu memindahkan benda-benda dan kamu ikut bergerak serta membawa sendiri benda-benda tersebut? Perhatikan **Gambar 3.23**.

Seperti pada perpindahan secara konduksi, jika benda-benda tersebut dianggap sebagai kalor dan seseorang tersebut dianggap sebagai molekul, maka dapat disimpulkan bahwa kalor tersebut berpindah disertai dengan perpindahan molekulnya. Perpindahan kalor dengan disertai perpindahan molekulnya dinamakan konveksi.

Nah, agar kamu lebih memahami peristiwa konveksi di udara lakukanlah **Kegiatan 3.13** berikut.



**Gambar 3.23** Seseorang membawa benda berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain.

### Kegiatan 3.13

#### Perpindahan Panas secara Konveksi

##### Tujuan:

Menyelidiki peristiwa perpindahan panas secara konveksi

##### Alat dan bahan:

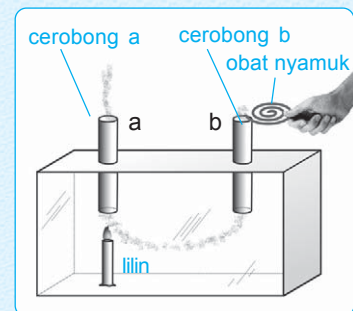
- |                         |                |
|-------------------------|----------------|
| 1. Dus bekas mie instan | 5. Lilin       |
| 2. Plastik mika bening  | 6. Obat nyamuk |
| 3. Karton               | 7. Korek api   |
| 4. Isolasi              |                |

##### Prosedur kerja:

1. Guntinglah bagian depan dus, kemudian tempelkan plastik mika bening dengan menggunakan isolasi pada bagian tersebut. Setelah itu, buat dua buah cerobong asap (cerobong a dan b). Perhatikan gambar.
2. Nyalakan lilin, kemudian letakkan di bawah cerobong a.
3. Nyalakan obat nyamuk, kemudian letakkan obat nyamuk yang sudah terbakar tersebut di atas cerobong b.

Diskusikanlah pertanyaan berikut untuk mendapatkan kesimpulan!

1. Ke arah manakah asap dari obat nyamuk yang terbakar mengalir?
2. Mengapa hal tersebut dapat terjadi?





Dari **Kegiatan 3.13**, kamu dapat mengamati bahwa ternyata arah asap dari obat nyamuk yang terbakar masuk ke dalam dus melalui cerobong b. Tahukah kamu mengapa peristiwa tersebut dapat terjadi?

Nyala lilin yang disimpan di bawah cerobong a, menyebabkan udara panas di sekitar cerobong a naik. Hal ini menyebabkan udara yang dingin dari cerobong b bergerak ke bawah cerobong untuk menempati ruang yang ditinggalkan udara panas. Itulah sebabnya asap dari obat nyamuk yang terbakar di atas cerobong arah alirannya masuk ke dalam kardus, kemudian asap tersebut keluar dari cerobong a.

Perpindahan panas secara konveksi juga terjadi dalam peristiwa alam, seperti terjadinya angin laut dan angin darat. Pada siang hari, panas matahari menyebabkan daratan lebih cepat panas daripada lautan. Hal ini menyebabkan udara di atas daratan menjadi lebih panas daripada udara di atas laut. Oleh karena itu, udara di atas daratan naik dan tempatnya digantikan oleh udara di atas laut sehingga terjadilah aliran udara dari lautan menuju daratan yang dinamakan angin laut.

Pada malam hari, daratan lebih cepat dingin daripada lautan. Hal ini menyebabkan udara di atas daratan lebih dingin daripada udara di atas lautan. Oleh karena itu, udara di atas laut naik dan tempatnya digantikan oleh udara di atas darat sehingga terjadilah aliran udara dari daratan menuju lautan yang dinamakan angin darat.

Nah, dapatkah kamu memberikan contoh peristiwa perpindahan panas secara konveksi pada kehidupan sehari-hari. Diskusikanlah dengan teman-temanmu, kemudian bacakan hasilnya di depan kelas.

### c. Perpindahan Kalor secara Radiasi

Bagaimana panas matahari dapat sampai ke bumi? Kalor dari panas matahari tidak dapat menghantar secara konduksi, karena udara yang terdapat dalam atmosfer termasuk konduktor yang paling buruk. Kalor dari matahari pun tidak dapat menghantar secara konveksi karena antara matahari dan bumi terdapat ruang hampa yang tidak menghantarkan kalor. Jadi, kalor dari matahari merambat ke bumi tanpa melalui zat perantara. Proses perpindahan kalor yang tidak memerlukan zat perantara dinamakan radiasi.

Dapatkah kamu memberikan contoh lainnya perambatan kalor secara radiasi? Ketika kamu dan teman-temanmu pergi berkemah ke pegunungan, udara di pegunungan sangat dingin. Untuk menghangatkan badan, kamu perlu membuat api unggun. Nah, panas dari api unggun tersebut dapat sampai ke tubuhmu tanpa melalui zat perantara. Perpindahan panas seperti ini dikatakan secara radiasi.



**Gambar 3.24** Panas matahari dapat sampai ke bumi tanpa melalui zat perantara.

*Sumber: Dokumen Penerbit*

Pernahkah kamu pergi ke luar rumah pada siang hari yang terik dengan menggunakan baju hitam? Apa yang kamu rasakan? Ketika kamu keluar rumah pada siang hari yang terik dengan menggunakan baju hitam, badanmu akan terasa panas. Hal ini disebabkan warna hitam merupakan penyerap kalor radiasi yang paling baik. Benda-benda berwarna hitam lebih banyak menyerap kalor dan memantulkan sebagian kalor jika dibandingkan dengan benda-benda yang berwarna putih dan berkilap. Sebaliknya, pada malam hari orang yang memakai baju hitam merasa lebih dingin daripada orang yang mengenakan baju putih. Tahukah kamu mengapa hal ini dapat terjadi? Hal tersebut dapat terjadi karena pakaian yang berwarna hitam menyerap kalor yang dikeluarkan tubuh.

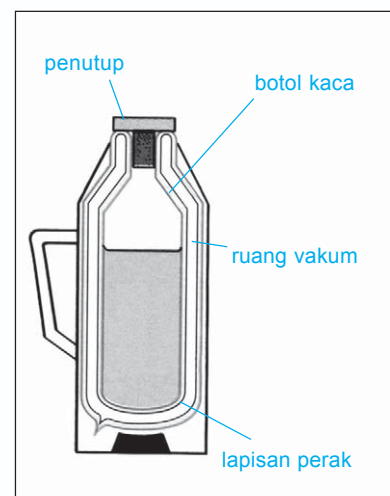
#### d. Penerapan Prinsip Perpindahan Kalor

Alat rumah tangga apakah yang dipakai untuk mempertahankan panas air sehingga tidak cepat dingin? Alat untuk mencegah hilangnya panas baik secara konduksi, konveksi, atau radiasi adalah termos. Termos terdiri atas dua jenis, yaitu termos air panas dan termos es. Termos air panas digunakan untuk mempertahankan air panas supaya tidak cepat dingin, sedangkan termos es digunakan untuk mempertahankan es supaya tidak cepat mencair karena pengaruh panas udara sekitarnya.

Tahukah kamu terdiri atas apa saja termos itu? Perhatikan **Gambar 3.25**. Termos sebenarnya adalah sebuah botol di dalam botol. Antara botol luar dan botol dalam terdapat ruang vakum atau ruang hampa sehingga perpindahan kalor secara konveksi dari dinding kaca ke luar tidak dapat terjadi. Pada botol bagian dalam dilapisi permukaan yang mengkilap sehingga suhu air dalam termos relatif tetap karena permukaan yang mengkilap ini berfungsi sebagai pemantul radiasi. Pada botol bagian luar biasanya dilapisi lapisan perak untuk memantulkan radiasi kembali ke dalam termos. Tutup termos biasanya dibuat dari bahan isolator, misalnya gabus atau plastik. Tutup termos dari bahan isolator ini berfungsi mencegah perpindahan kalor secara konduksi pada permukaan air.

Penerapan prinsip perpindahan kalor juga dipakai dalam setrika. Pakaian yang kusut disetrika agar menjadi rapi. Menyetrika pakaian merupakan salah satu contoh penerapan prinsip perpindahan kalor.

Pada setrika terjadi perubahan energi dari energi listrik menjadi energi panas. Panas yang dihasilkan elemen pemanas dikonduksikan melalui alas besi yang terdapat di bagian bawah setrika. Pada setrika hanya terjadi perpindahan panas secara konduksi. Pada setrika tidak terjadi perpindahan panas secara konveksi dan radiasi.



**Gambar 3.25** Bagian-bagian termos.



### Latihan 3.4

1. Apakah yang dimaksud dengan mendidih dan melebur itu?
2. Suatu cairan yang bermassa 5 kg didinginkan dari 70 °C ke 40 °C. Jika jumlah kalor yang dilepaskan adalah 180.000 J, berapakah kalor jenis cairan tersebut?
3. Berapakah kalor yang diperlukan untuk meleburkan 1.500 g es yang bersuhu -4 °C menjadi air yang bersuhu 0 °C jika kalor jenis es 2.100 J kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup> dan kalor lebur es 340.000 J kg<sup>-1</sup>?
4. Jelaskan yang dimaksud dengan Asas Black dan berikan contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari!
5. Pemanas air dengan daya 350 W digunakan untuk memanaskan 1 liter air sehingga suhunya naik dari 20 °C menjadi 100 °C. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk mendidihkan air?

### Rangkuman

- Berdasarkan wujudnya, zat dibedakan atas zat padat, cair, dan gas.
- Zat padat memiliki bentuk tetap, volume tetap, umumnya mempunyai massa jenis besar, susunan partikelnya teratur dan jarak antarpartikel sangat dekat.
- Zat cair memiliki bentuk tidak tetap (mengikuti wadah), volume tetap, mempunyai massa jenis sedang, susunan partikelnya kurang teratur dan kurang rapat.
- Zat gas memiliki bentuk mengikuti bentuk wadahnya, volume tergantung tempatnya, massa jenis sangat kecil, dan jarak antar partikelnya sangat jauh.
- Massa jenis menyatakan perbandingan antara massa dan volume suatu zat.
- Zat padat mengalami muai panjang, luas, dan volume. Zat cair dan zat gas mengalami muai volume.
- Pengetahuan pemuaian berguna dalam pemanfaatan bimetal, pengelingan, pemasangan bingkai besi pada roda, dan pemasangan kaca jendela.
- Kalor berperan dalam mengubah wujud zat dan suhu suatu benda.
- Kalor yang diperlukan dalam perubahan suhu zat dirumuskan:  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ .
- Proses penguapan dipercepat dengan memperluas permukaan, mengurangi tekanan pada permukaan, memanaskan atau menaikkan suhu zat, dan meniupkan udara di atas permukaan.
- Asas Black menyatakan kalor yang dilepaskan sama dengan kalor yang diterima.
- Perpindahan kalor dapat melalui tiga cara yaitu konveksi, konduksi, dan radiasi.
- Termos merupakan alat yang berguna mencegah perpindahan kalor secara konveksi, konduksi, dan radiasi.

## Refleksi

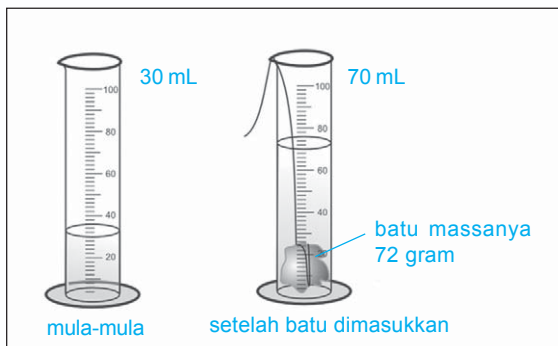
Kamu telah selesai mempelajari materi dalam bab ini. Sebelum melanjutkan belajar bab berikutnya, lakukan evaluasi diri dengan menjawab pertanyaan di bawah ini. Jika jawabanmu untuk semua pertanyaan adalah 'ya', berarti kamu telah menguasai materi bab ini dan silakan melanjutkan mempelajari bab berikutnya. Jika ada pertanyaan yang kamu jawab dengan 'tidak', maka materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu harus kamu pelajari lagi. Jika ada yang sulit atau sukar dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

1. Dapatkah kamu menjelaskan jenis dan sifat-sifat zat berdasarkan wujudnya, serta memberikan contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari?
2. Apakah kamu sudah memahami pengertian massa jenis dan cara menghitungnya?
3. Dapatkah kamu menjelaskan pengertian pemuatan; menghitung pemuatan panjang, luas, dan volume?
4. Apa manfaat dan kerugian pemuatan? Dapatkah kamu memberikan contoh penerapan pemuatan dalam kehidupan sehari-hari?
5. Tahukah kamu pengertian kalor dan peranannya dalam perubahan suhu dan wujud zat?
6. Dapatkah kamu menjelaskan cara perpindahan kalor? Apa kaitannya dengan Asas Black?

## Latih Kemampuan 3

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Massa jenis dari suatu benda tergantung pada ....
  - a. massa dan luas
  - b. luas dan volume
  - c. massa dan volume
  - d. massa dan waktu
2. Perhatikan gambar berikut.
3. Sebuah balok mempunyai panjang 5 cm, lebar 4 cm, dan tinggi 2 cm. Setelah ditimbang, massanya 80 gram. Massa jenis balok tersebut adalah ....
  - a.  $0,4 \text{ g cm}^{-3}$
  - b.  $4 \text{ g cm}^{-3}$
  - c.  $0,2 \text{ g cm}^{-3}$
  - d.  $2 \text{ g cm}^{-3}$



Berdasarkan percobaan tersebut massa jenis batu sebesar ....

- a.  $1,2 \text{ g cm}^{-3}$
- b.  $1,8 \text{ g cm}^{-3}$
- c.  $2,4 \text{ g cm}^{-3}$
- d.  $3,2 \text{ g cm}^{-3}$

4. Berikut ini beberapa zat padat yang dipanaskan pada suhu  $75^\circ\text{C}$ .

(1) besi                      (3) tembaga  
(2) baja                      (4) aluminium

Zat yang mengalami muai panjang paling panjang adalah ....

- a. 1                              c. 3
- b. 2                              d. 4

5. Faktor yang menyebabkan gas mempunyai sifat selalu memenuhi ruangan yang ditempatinya adalah ....

- a. kohesi sangat besar
- b. adhesi sangat besar
- c. gaya ikat antarpartikel sangat lemah
- d. gaya ikat antarpartikel sangat kuat

6. Meniskus air di dalam pipa kaca berbentuk cekung karena ....
- adhesi antara molekul-molekul air dan kaca lebih besar daripada kohesi antara molekul-molekul air tersebut
  - adhesi antara molekul-molekul air dan kaca lebih kecil daripada kohesi antara molekul-molekul air tersebut
  - adhesi antara molekul-molekul air lebih besar daripada kohesi antara molekul-molekul air dan kaca
  - adhesi antara molekul-molekul air lebih kecil daripada kohesi antara molekul-molekul air dan kaca



Pada gambar di atas, dua jenis logam dibuat menjadi sebuah bimetal. Dari gambar tersebut dapat disimpulkan ....

- koefisien muai logam a sama dengan koefisien muai logam b
  - koefisien muai logam a lebih besar daripada koefisien muai logam b
  - koefisien muai logam a lebih kecil daripada koefisien muai logam b
  - koefisien muai logam a dapat lebih besar atau lebih kecil daripada koefisien muai logam b
8. Alat-alat di rumahmu yang menggunakan prinsip kerja termostat adalah ....
- setrika listrik dan TV
  - pemanas nasi dan lampu pijar
  - lemari es dan lampu pijar
  - setrika listrik dan pemanas nasi
9. Sebatang besi yang panjangnya 10 m dipanaskan dari 25 °C menjadi 100 °C. Jika koefisien muai panjang besi  $0,000012^{\circ}\text{C}^{-1}$ , maka pertambahan panjang batang besi tersebut adalah ....
- 6 mm
  - 9 mm
  - 12 mm
  - 18 mm
10. Kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu bergantung pada hal-hal berikut ini, kecuali ....

- tekanan pada zat
- kenaikan suhu zat
- massa zat
- jenis zat

11. Suatu balok besi yang bermassa 2 kg dipanaskan dari 24 °C menjadi 40 °C memerlukan kalor sebesar 14.400 J. Kalor jenis balok besi tersebut adalah ....
- $250 \text{ J kg}^{-1} ^{\circ}\text{C}^{-1}$
  - $400 \text{ J kg}^{-1} ^{\circ}\text{C}^{-1}$
  - $450 \text{ J kg}^{-1} ^{\circ}\text{C}^{-1}$
  - $600 \text{ J kg}^{-1} ^{\circ}\text{C}^{-1}$

12. Kalor yang dilepaskan secangkir air panas dengan massa 10 kg dan suhunya 90 °C adalah 84 kJ. Pada air tersebut ditambahkan kopi dengan suhu 10 °C. Suhu akhir campuran air dan kopi 50 °C. Jika kalor jenis air sama dengan kalor jenis kopi, maka massa kopi dalam dalam cangkir, adalah ....
- 16 kg
  - 12 kg
  - 10 kg
  - 9 kg

13. Berikut ini yang termasuk proses perubahan wujud zat yang melepaskan kalor adalah pada saat zat ....
- membeku dan menguap
  - membeku dan mengembun
  - menguap dan melebur
  - melebur dan mengembun

14. Banyak kalor yang harus diberikan pada 500 g es supaya suhunya naik dari -10 °C menjadi 40 °C adalah ....

(kalor jenis es =  $2.100 \text{ J kg}^{-1} ^{\circ}\text{C}^{-1}$ , kalor lebur es =  $336.000 \text{ J kg}^{-1}$ , dan kalor jenis air =  $4.200 \text{ J kg}^{-1} ^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

- 262.500 J
- 252.000 J
- 178.500 J
- 94.500 J

15. Peristiwa berikut ini yang menunjukkan adanya perpindahan kalor secara konduksi adalah ....

- terjadinya angin darat dan angin laut
- sampainya energi panas dari Matahari ke bumi
- mencairnya es di daerah kutub
- memanaskan setrika listrik

## B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Salinlah tabel berikut dalam buku tugasmu, kemudian isilah titik-titik pada tabel tersebut!

massa (g)	panjang (cm)	lebar (cm)	tinggi (cm)	volume (cm <sup>3</sup> )	massa jenis (g/cm <sup>3</sup> )
75	5	3	5	...	...
200	10	5	2	...	...
...	...	8	4	64	2
...	7	5	...	70	0,1
1.800	3	...	6	180	...

2. Jelaskan prinsip pengelangan pada logam!
3. Dua batang rel kereta api pada suhu 20 °C panjangnya 30 m. Ketika akan dipasang, pada sambungan diberi celah. Koefisien muai panjang rel tersebut adalah  $0,000011^{\circ}\text{C}^{-1}$ . Berapakah jarak celah yang harus diberikan jika suhunya naik menjadi 50 °C?
4. a. Sebuah pemanas listrik memanaskan 200 g air dari 20 °C menjadi 35 °C. Berapakah kalor yang diberikan oleh pemanas listrik ke air?  
b. Jika pemanas listrik ini memiliki daya 50 watt, berapa lama waktu yang diperlukan untuk memanaskan air tersebut?
5. Jelaskan prinsip kerja termos untuk mencegah hilangnya kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi!

## Wacana Sains

### Bagaimana Kabut Terbentuk?

Pernahkah kamu melihat kabut? Apakah kabut itu? Kabut adalah kumpulan tetes-tetes air yang sangat kecil yang melayang-layang di udara. Kabut mirip dengan awan, perbedaannya, awan tidak menyentuh permukaan bumi, sedangkan kabut menyentuh permukaan bumi. Biasanya kabut bisa dilihat di daerah yang dingin atau daerah yang tinggi. Bagaimana kabut bisa terbentuk?

Pada umumnya, kabut terbentuk ketika udara yang jenuh akan uap air didinginkan di bawah titik bekunya. Jika udara berada di atas daerah perindustrian, udara itu mungkin juga mengandung asap yang bercampur kabut membentuk kabut berasap. Campuran tersebut menjadikan pedas di mata dan dapat menyebabkan orang terbatuk. Di kota-kota besar, asap pembuangan mobil dan polutan lainnya mengandung hidrokarbon dan oksida-oksida nitrogen yang diubah menjadi kabut berasap fotokimia oleh sinar matahari. Ozon dapat terbentuk di dalam kabut berasap ini menambah racun lainnya di dalam udara. Kabut berasap ini mengiritasi mata dan merusak paru-paru. Seperti hujan asam, kabut berasap dapat dicegah dengan menghentikan pencemaran atmosfer.

Kabut juga dapat terbentuk dari uap air yang berasal dari tanah yang lembap, tanaman-tanaman, sungai, danau, dan lautan. Uap air ini berkembang dan menjadi dingin ketika naik ke udara. Udara dapat menahan uap air hanya dalam jumlah tertentu pada suhu tertentu. Udara pada suhu 30 °C dapat mengandung uap air sebanyak 30 gr uap air per m<sup>3</sup>, maka udara itu mengandung jumlah maksimum uap air yang dapat ditahannya.



Volume yang sama pada suhu 20 °C udara hanya dapat menahan 17 gr uap air. Sebanyak itulah yang dapat ditahannya pada suhu tersebut. Nah, udara yang mengandung uap air sebanyak yang dapat dikandungnya disebut udara jenuh.

Ketika suhu udara turun dan jumlah uap air melewati jumlah maksimum uap air yang dapat ditahan udara, maka sebagian uap air tersebut mulai berubah menjadi embun. Kabut akan hilang ketika suhu udara meningkat dan kemampuan udara menahan uap air bertambah. Menurut istilah yang diakui secara internasional, kabut adalah embun yang mengganggu penglihatan hingga kurang dari 1 km.

Saat ini ada 4 macam jenis kabut yang diketahui, yaitu sebagai berikut.

1. Kabut *Advection*

Kabut *advection* adalah kabut yang terbentuk dari aliran udara yang melalui suatu permukaan yang memiliki suhu yang berbeda. Salah satu contoh kabut ini adalah kabut laut yang terjadi ketika udara yang basah dan hangat mengalir di atas suatu permukaan yang dingin. Kabut laut sering muncul di sepanjang pesisir pantai dan di tepi-tepi danau.

Salah satu jenis yang lain dari kabut *advection* disebut kabut uap. Kabut ini terbentuk dari aliran udara dingin yang melalui air hangat. Uap air dari hasil penguapan permukaan air secara terus menerus, bertemu dengan udara dingin. Ketika udara mencapai titik jenuh, maka kelebihan uap air secara cepat mengembun menjadi kabut yang berasal dari penguapan permukaan air. Kabut uap sering muncul pada saat udara dingin bertiup di atas danau yang luas dan bertiup di atas danau yang hangat.

2. Kabut *Frontal*

Kabut *frontal* terbentuk melalui suatu pertemuan antara dua massa udara yang berbeda temperaturnya. Kabut ini terbentuk ketika hujan turun dari massa udara yang hangat ke dalam massa udara yang dingin tempat uap air menguap. Dengan demikian akan menyebabkan uap air pada udara dingin melampaui titik jenuh.

3. Kabut Radiasi

Kabut radiasi terbentuk pada malam yang tenang dan bersih, ketika tanah memancarkan kembali panas ke dalam udara. Satu lapis kabut terbentuk di seluruh permukaan tanah, dan secara bertahap bertambah menjadi tebal. Kabut radiasi sering muncul di lembah-lembah yang dalam.

4. Kabut Gunung

Kabut gunung terbentuk ketika uap air bergerak menuju ke atas melewati lereng-lereng gunung. Udara dingin bergerak ke atas lereng sampai tidak sanggup menahan uap air. Titik-titik kabut kemudian terbentuk di sepanjang lereng gunung.

Sumber: <http://www.e-smartschool.com/>

# Bab IV

## Perubahan Fisika dan Kimia

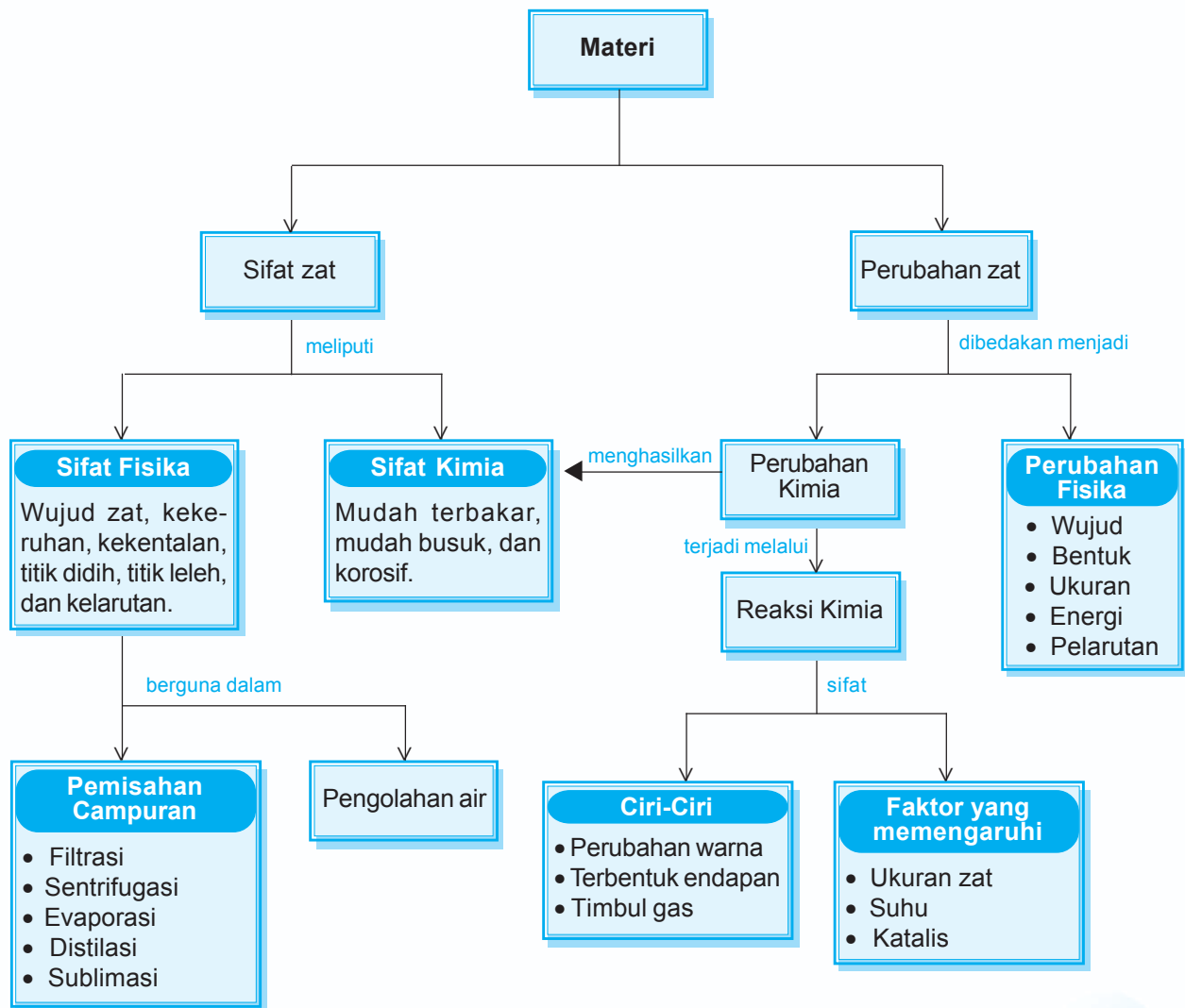


Pernahkah kamu membuat es batu atau minum es teh?

Pada saat kamu membuat es batu berarti kamu telah mengubah wujud zat yaitu dari cair (air) menjadi padat (es). Demikian juga sebaliknya, es batu dalam es teh lama-kelamaan akan mencair. Pada kedua peristiwa tersebut telah terjadi perubahan fisika. Apakah perubahan fisika itu dan bagaimana sifat-sifat dari wujud zat itu?

Jawaban dari pertanyaan-pertanyaan di atas dapat kamu temukan setelah kamu mempelajari bab berikut. Pada bab IV ini kamu akan belajar memahami berbagai sifat dalam perubahan fisika dan kimia. Diharapkan kamu mengerti sifat fisika dan sifat kimia zat, dapat melakukan pemisahan campuran serta mengerti perubahan fisika dan perubahan kimia (reaksi kimia).

# Peta Konsep



## Kata Kunci

- sifat fisika
- sifat kimia
- campuran

Kamu tentu tahu paku yang terbuat dari besi, atau bahkan pernah menggunakannya. Besi merupakan logam yang pada suhu kamar berwujud padatan. Jika tidak disimpan dengan baik, paku besi itu mudah berkarat. Bagaimana besi dapat berkarat? Bagaimana sifat-sifat fisika besi sebagai zat padat? Untuk mengetahuinya, marilah kita pelajari lebih lanjut agar jelas.



## A Sifat Fisika dan Sifat Kimia

Coba perhatikan kursi yang kamu duduki, air yang kamu minum, dan udara yang kamu hirup! Apakah wujud zat-zat tersebut? Kursi berupa zat padat, air minum berupa zat cair, dan udara yang kamu hirup setiap saat berupa zat gas. Wujud zat tergolong sifat fisika. Tahukah kamu bahwa paku yang kamu diamkan di udara terbuka lama kelamaan akan berkarat? Perkaratan menunjukkan sifat kimia.

### 1. Sifat Fisika

Sifat fisika merupakan sifat materi yang dapat dilihat secara langsung dengan indra. Sifat fisika antara lain wujud zat, warna, bau, titik leleh, titik didih, massa jenis, kekerasan, kelarutan, kekeruhan, dan kekentalan. Kamu akan mempelajari beberapa sifat fisika tersebut.

#### a. Wujud zat

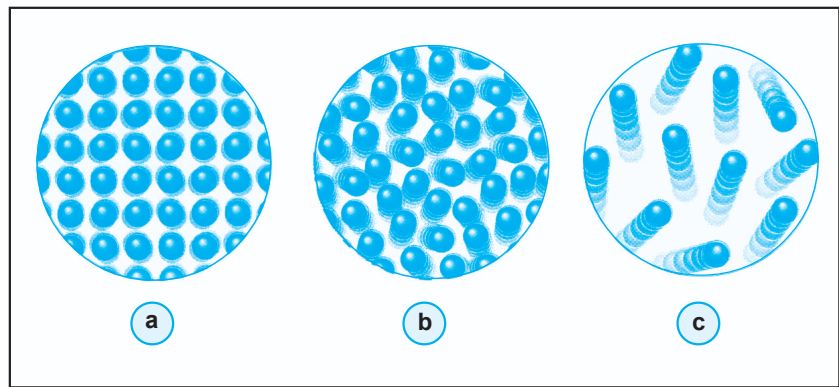
Wujud zat dibedakan atas zat padat, cair, dan gas. Kamu telah mempelajari sifat-sifat zat padat, cair, dan gas pada Bab III. Untuk mengingat kembali, coba perhatikan sifat-sifat dari ketiga wujud zat tersebut pada **Tabel 4.1** berikut.

**Tabel 4.1** Perbedaan sifat zat padat, zat cair dan zat gas.

No	Zat Padat	Zat Cair	Zat Gas
1.	Mempunyai bentuk dan volume tertentu.	Bentuk tidak tetap bergantung wadahnya, volume tertentu.	Tidak mempunyai bentuk dan volume tertentu, bergantung tempatnya.
2.	Jarak antarpartikel sangat rapat	Jarak antarpartikel agak renggang.	Jarak antarpartikel sangat renggang.
3.	Partikel-partikelnya tidak dapat bergerak bebas	Partikel-partikelnya dapat bergerak bebas.	Partikel-partikelnya dapat bergerak sangat cepat.

Padatan memiliki bentuk tetap karena partikel-partikelnya diikat erat bersama, sering dalam pola teratur yang disebut dengan kisi (*lattice*). Dalam suatu cairan, gaya antarpartikel terlalu lemah untuk menahannya dalam formasi yang tetap sehingga partikel-partikel ini dapat bergeser dengan mudah dan saling melewati satu sama lain. Energi kinetik partikel-partikel gas cukup besar. Gas juga memiliki energi kinetik yang cukup untuk menyebar dan memenuhi seluruh tempat atau wadahnya. Perhatikan susunan partikel-partikel zat padat, cair dan gas pada gambar berikut.





**Gambar 4.1** (a) Susunan partikel zat padat, (b) zat cair, dan (c) zat gas.

**Sumber:** Ensiklopedia IPTEK

#### b. Kekeruhan (*Turbidity*)

Kekeruhan terjadi pada zat cair. Kekeruhan cairan disebabkan adanya partikel suspensi yang halus. Jika sinar cahaya dilewatkan pada sampel keruh maka intensitasnya akan berkurang karena dihamburkan. Hal ini bergantung konsentrasinya. Alat untuk mengetahui intensitas cahaya pada zat cair yang keruh ini atau untuk mengetahui tingkat kekeruhan disebut *turbidimetry*.

#### c. Kekentalan (*Viskositas*)

Kekentalan atau viskositas adalah ukuran ketahanan zat cair untuk mengalir. Untuk mengetahui kekuatan mengalir (*flow rate*) zat cair digunakan *viskometer*. *Flow rate* digunakan untuk menghitung indeks viskositas. Aliran atau viskositas suatu cairan dibanding dengan aliran air memberikan viskositas relatif untuk cairan tersebut. Angka pengukuran viskositas relatif cairan disebut dengan indeks viskositas. Indeks viskositas dapat dirumuskan seperti berikut.

$$\text{Indeks viskositas} = \frac{\text{flow rate cairan}}{\text{flow rate air}}$$

Angka indeks viskositas suatu cairan di bawah 1 berarti viskositasnya di bawah viskositas air. Adapun angka indeks viskositas di atas 1 berarti viskositasnya di atas viskositas air. Viskositas cairan terjadi karena gesekan antara molekul-molekul. Viskositas sangat dipengaruhi oleh struktur molekul cairan. Jika struktur molekulnya kecil dan sederhana maka molekul tersebut dapat bergerak cepat, misalkan air. Jika molekulnya besar dan saling bertautan maka zat tersebut akan bergerak sangat lambat, misalkan oli. Molekul-molekul cairan yang bergerak cepat dikatakan memiliki viskositas atau kekentalan rendah sedangkan molekul cairan yang bergerak lambat dikatakan memiliki kekentalan tinggi.

#### d. Titik Didih

Titik didih merupakan suhu ketika suatu zat mendidih. Mendidih berbeda dengan menguap. Mendidih terjadi pada suhu tertentu, yaitu pada titik didih sedangkan menguap terjadi pada suhu berapa saja di bawah titik didih. Misal pada saat kamu menjemur pakaian, maka airnya menguap bukan mendidih. Titik didih berbagai zat berbeda, bergantung pada struktur dan sifat bahan. Perhatikan titik didih beberapa zat pada tekanan 1 atm pada **Tabel 4.2** berikut.

**Tabel 4.2** Titik didih berbagai zat pada tekanan 1 atm.

No	Nama Zat	Titik Didih (°C)
1.	Nitrogen	-196
2.	Oksigen	-183
3.	Alkohol (etanol)	78
4.	Air	100
5.	Tembaga	2595

Sumber: Tabel Referensi

#### e. Titik Leleh

Titik leleh merupakan suhu ketika zat padat berubah menjadi zat cair. Misal garam dapur jika dipanaskan akan meleleh menjadi cairan. Perubahan ini dipengaruhi oleh struktur kristal zat padat tersebut. Zat cair dan zat gas juga memiliki titik leleh tetapi perubahannya tidak dapat diamati pada suhu kamar. Perhatikan titik leleh beberapa zat pada **Tabel 4.3** berikut.

**Tabel 4.3** Titik leleh berbagai zat pada tekanan 1 atm.

No	Nama zat	Titik Didih (°C)
1.	Nitrogen	-210
2.	Oksigen	-216
3.	Alkohol (etanol)	-117
4.	Air	0
5.	Tembaga	1083
6.	Besi	1535

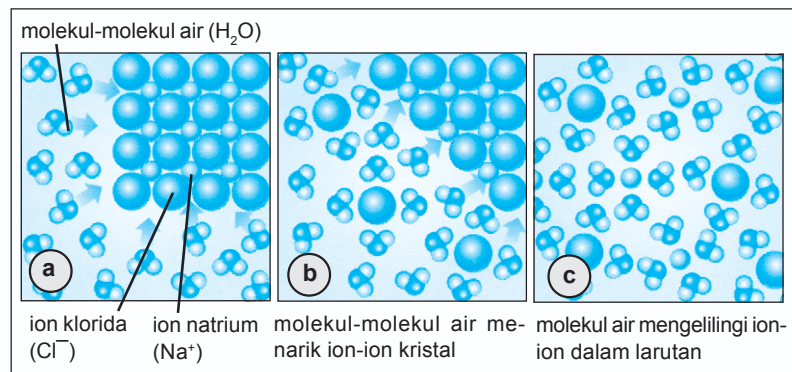
Sumber: Tabel Referensi

#### f. Kelarutan

Tahukah kamu contoh larutan? Contoh larutan gula, dan larutan garam. Larutan merupakan campuran homogen. Dalam larutan terdapat dua komponen yaitu pelarut dan terlarut. Pelarut merupakan zat yang melarutkan dan biasanya jumlahnya lebih banyak, sedangkan terlarut merupakan zat yang terlarut, biasanya jumlahnya lebih kecil. Misal larutan garam, maka zat terlarutnya garam dan pelarutnya air.

Pada umumnya larutan berupa cairan tetapi larutan juga terjadi dalam bentuk gas dan padat. Contoh larutan gas adalah udara yang terdiri dari oksigen, nitrogen, karbon dioksida dan gas-gas lain. Contoh larutan padatan adalah *stainless steel*.

Kelarutan menerangkan tingkat suatu zat saling melarutkan. Ahli kimia menerangkan kelarutan dengan istilah berupa banyaknya zat terlarut tertentu yang akan melarut ke dalam larutan tertentu pada suhu tertentu. Kemampuan melarut bergantung pada gaya tarik partikel zat terlarut dengan partikel pelarutnya. Misal dalam proses pelarutan garam dalam air, maka molekul air pertama-tama menarik molekul garam menjauh satu dengan lain hingga suatu saat tercapai suatu keadaan molekul air tidak mampu memisahkan molekul garam dari yang lain atau disebut jenuh. Perhatikan gambar berikut.



**Gambar 4.2** a. Molekul-molekul air (H<sub>2</sub>O), ion Na<sup>+</sup> dan ion Cl<sup>-</sup>.  
b. Molekul-molekul air menarik ion-ion dari kristal.  
c. Molekul-molekul air mengelilingi ion-ion dalam larutan.

**Sumber:** Ensiklopedia Iptek

Butiran garam terdiri atas ion natrium dan klorida yang terikat bersama dalam formasi yang disebut kisi kristal. Air melarutkan garam dengan menarik ion dari kisi kristal dan mengelilinginya.

Kelarutan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain seperti berikut.

- 1) suhu
- 2) volume pelarut
- 3) ukuran zat terlarut
- 4) jenis zat terlarut
- 5) jenis pelarut

Pada pokok bahasan ini, hanya akan dibahas pengaruh suhu, volume pelarut dan ukuran zat terhadap kelarutan suatu zat.

#### 1) Suhu

Perhatikan saat kamu membuat air kopi. Gula dan kopi akan lebih cepat larut dalam air panas daripada dalam air dingin. Mengapa demikian? Pada saat melarutkan bentuk padat menjadi cair melibatkan penghancuran struktur yang kaku, atau kisi-kisi kristal dari zat padat. Pada peristiwa ini diperlukan energi.

Kenaikan suhu menyebabkan energi kinetik partikel zat bertambah sehingga partikel pada suhu yang tinggi bergerak lebih cepat dibandingkan pada suhu rendah. Kondisi ini menyebabkan terjadinya tumbukan antara partikel zat terlarut dengan partikel pelarut.

2) *Volume pelarut*

Misalkan kamu melarutkan 2 sendok makan gula dalam 100 mL air dan melarutkan 2 sendok makan gula dalam 5.000 mL air, manakah yang lebih cepat larut? Gula 2 sendok makan akan lebih cepat larut dalam 5.000 mL air daripada dalam 100 mL air. Semakin besar volume pelarut, maka jumlah partikel pelarut akan semakin banyak. Kondisi tersebut memungkinkan lebih banyak terjadi tumbukan antara partikel zat terlarut dengan partikel zat pelarut sehingga zat padat umumnya lebih mudah larut.

3) *Ukuran zat terlarut*

Misalkan kamu melarutkan 2 sendok makan gula pasir halus dalam 100 mL air dan 1 sendok makan gula batu dalam 100 mL air, manakah yang lebih cepat larut? Gula pasir lebih cepat larut daripada gula batu. Hal ini karena gula pasir halus memiliki ukuran partikel yang lebih kecil sehingga memiliki permukaan sentuh yang luas dibandingkan gula batu. Jadi makin kecil ukuran zat terlarut makin besar kelarutan zat tersebut.

## 2. Sifat Kimia

Sifat kimia merupakan sifat yang dihasilkan dari perubahan kimia, antara lain mudah terbakar, mudah busuk, dan korosif. Sifat-sifat ini karakteristik.

a. Mudah terbakar

Pernahkah kamu menyalakan kembang api? Saat kamu membakar kembang api maka dengan segera akan terjadi nyala warna-warni yang indah. Pada peristiwa ini terjadi perubahan kimia. Pada mulanya kembang api dibuat dari campuran antara kalium nitrat ( $\text{KNO}_3$ ), belerang dan arang kayu. Namun sekarang kembang api telah dibuat dengan warna-warni, yaitu dari strontium dan litium (warna merah), natrium (warna kuning), barium (warna hijau), dan tembaga (warna biru). Contoh lain yang mudah terbakar adalah fosfor. Fosfor dapat terbakar bila kena udara, membentuk senyawa fosfor oksida. Oleh karena itu fosfor disimpan di dalam air. Fosfor dimanfaatkan untuk membuat korek api.

b. Mudah busuk

Jika buah dan sayur dibiarkan di udara terbuka maka lama kelamaan buah dan sayur tersebut akan membusuk. Buah dan sayur yang busuk akan menimbulkan bau yang tidak sedap. Proses pembusukan ini karena adanya mikroorganisme.

c. Korosif

Perkaratan atau korosi merupakan peristiwa rusaknya logam oleh pengaruh lingkungan, yaitu adanya oksigen dan kelembapan. Besi adalah salah satu contoh logam yang



mudah berkarat. Pada proses korosi terbentuk zat yang jenisnya baru yaitu karat. Gejala yang tampak pada korosi adalah terjadi perubahan warna. Pada umumnya logam bersifat korosif kecuali emas, platina, dan air raksa.

### Latihan 4.1

1. Jelaskan perbedaan sifat zat cair dan zat gas!
2. Bagaimana pengaruh suhu terhadap kelarutan suatu zat?
3. Berikan contoh sifat fisika yaitu warna dari beberapa unsur!
4. Bagaimana indeks viskositas oli?
5. Suatu zat memiliki sifat kimia mudah terbakar. Berikan contoh zat tersebut dan bagaimana cara menyimpannya agar tidak mudah terbakar!



## B Metode-Metode Pemisahan Campuran



**Gambar 4.3** Platina adalah logam yang langka. Untuk mendapatkan 50 gram platina membutuhkan 50 ton bebatuan yang mengandung platina, dipisahkan melalui proses kimia dan fisika.

**Sumber:** Microsoft Student, 2006



**Gambar 4.4** Penyaringan air teh.

Campuran dapat tersusun atas beberapa unsur ataupun senyawa. Komponen-komponen penyusun suatu campuran tersebut dapat dipisahkan berdasarkan sifat fisika zat penyusunnya. Contoh campuran antara lain udara, air laut, dan minyak mentah.

Garam dapur yang kamu konsumsi merupakan hasil pemisahan dari campuran air laut. Hal ini karena air laut sebenarnya tersusun atas air, garam, dan beberapa mineral. Emas ditemukan sebagai bijih emas yang bercampur dengan tanah, pasir, dan batuan lain. Oleh karena itu untuk mendapatkan emas murni, perlu dilakukan pemisahan. Tembaga diperoleh dari pemisahan campuran berbagai mineral dan senyawa. Senyawanya ditemukan pada beberapa bijih, misalnya pirit tembaga dan malasit.

Metode yang umum dipergunakan untuk memisahkan campuran antara lain filtrasi, dekantasi, sentrifugasi, evaporasi, distilasi, corong pisah, kromatografi, sublimasi, ekstraksi, dan daya tarik magnet. Agar lebih jelas, berikut akan dibahas beberapa metode tersebut.

### 1. Penyaringan (Filtrasi)

Tahukah kamu apa filtrasi itu? **Filtrasi** atau penyaringan adalah teknik penyaringan yang dapat digunakan untuk memisahkan campuran yang ukuran partikel zat-zat penyusunnya berbeda.

Misalnya, pada pembuatan santan kelapa. Santan kelapa dibuat dengan cara memisahkan campuran santan, air, dan ampas kelapa dengan menggunakan saringan. Dengan menggunakan saringan yang berpori-pori kecil, santan kelapa dapat melewati lubang saringan dan ampas kelapa tertahan dalam saringan. Pernahkah kamu membuat air teh? Untuk

mendapatkan air teh maka kamu perlu merendam teh dalam air panas, kemudian gunakan saringan untuk memisahkan teh dengan air tehnya. Nah, agar kamu lebih memahami proses pemisahan dengan cara filtrasi, lakukanlah **Kegiatan 4.1** berikut.

### Kegiatan 4.1

#### Penyaringan

##### Tujuan:

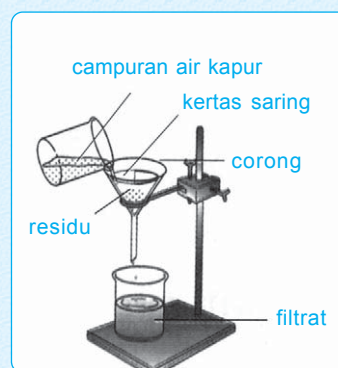
Memisahkan campuran dengan cara penyaringan.

##### Alat dan bahan:

Dua buah gelas kimia, kertas saring, corong kaca, butiran-butiran kapur, dan air.

##### Prosedur kerja:

1. Masukkan butiran-butiran kapur ke dalam gelas kimia yang berisi air, kemudian aduk hingga butiran-butiran kapur larut.
2. Tuangkan larutan kapur ke dalam gelas kimia lain melalui corong kaca yang telah dipasang kertas saring. Perhatikan gambar di samping.
3. Amati campuran kapur setelah melewati kertas saring (filtrat).
4. Bandingkan campuran air kapur sebelum penyaringan dengan sesudah penyaringan (filtrat).
5. Apakah kesimpulan dari percobaan ini?



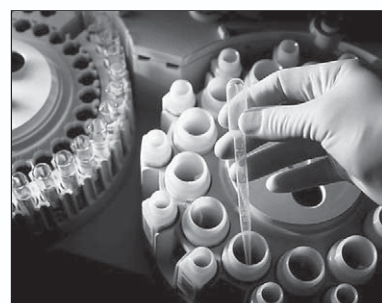
Dari **Kegiatan 4.1** kamu dapat mengamati butiran-butiran kapur tertahan pada kertas saring (*residu*). Adapun air dapat melewatinya (*filtrat*). Kertas saring memiliki pori-pori yang sangat kecil sehingga dapat menahan butiran-butiran kapur tersebut. Dasar dari penyaringan di atas adalah perbedaan ukuran partikel air dengan butiran kapur.

Prinsip penyaringan banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, kamu menggunakan saringan teh agar ampas teh tidak terbawa dalam air teh. Nah, dapatkah kamu menyebutkan contoh penyaringan lainnya dalam kehidupan sehari-hari? Diskusikanlah dengan teman sekelompokmu, kemudian bacakan hasilnya di depan kelas.

## 2. Sentrifugasi

Suspensi yang partikel-partikelnya sangat halus tidak bisa dipisahkan dengan cara filtrasi. Partikel-partikelnya dapat melewati saringan atau bahkan menutupi lubang pori-pori saringan sehingga cairan tidak dapat lewat.

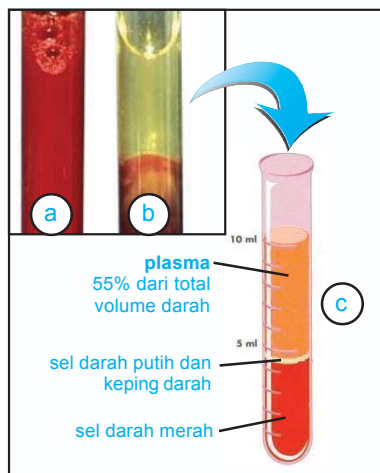
Cara untuk memisahkan suspensi adalah dengan membiarkannya hingga mengendap. Setelah beberapa saat, partikel-partikelnya mengendap sehingga cairannya dapat dituang. Akan tetapi banyak partikel suspensi yang terlalu kecil untuk disaring tetapi juga tidak dapat mengendap. Hal ini karena partikel-



**Gambar 4.5** Bahan yang akan dipisahkan ditempatkan di dalam tabung yang terkunci pada rotor.

Sumber: Microsoft Student, 2006





**Gambar 4.6** (a) Darah sebelum disentrifugasi, (b) darah setelah sentrifugasi. (c) Komponen penyusun darah terpisah setelah disentrifugasi.

**Sumber:** Microsoft Encarta 2006 dan [www.nsbri.org](http://www.nsbri.org)

partikel padatan tersebut dipengaruhi oleh gerakan molekul cairan yang sangat cepat.

Suspensi yang sulit dipisahkan ini dapat dipisahkan dengan sentrifugasi. Tabung sebagai wadah suspensi dikunci pada gagang atau rotor untuk mengitari sebuah alat atau mesin pemutar. Batang vertikal di tengahnya diputar dengan motor listrik. Batang itu berputar dengan sangat cepat. Tabung akan mengayun dengan cepat tetapi mulut tabung tetap menghadap ke tengah.

Sentrifugasi yang terkecil dapat memutar dengan kecepatan 2.000 putaran/menit (rpm). Sentrifugasi dapat digunakan untuk memisahkan susu menjadi susu krim dan susu skim. Sentrifugasi juga dapat digunakan untuk memisahkan komponen-komponen darah.

### 3. Evaporasi (Penguapan)

Pada awal bab telah dijelaskan bahwa garam dapat diperoleh dari air laut dengan proses penguapan atau evaporasi. Nah, agar kamu lebih memahami pemisahan campuran dengan proses penguapan lakukanlah **Kegiatan 4.2** berikut.

#### Kegiatan 4.2

##### Evaporasi

###### Tujuan:

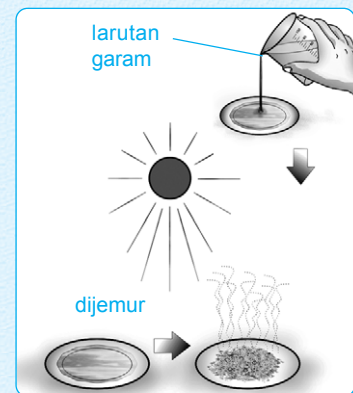
Memisahkan campuran dengan cara evaporasi.

###### Alat dan bahan:

Piring, gelas kimia, garam, dan air.

###### Prosedur kerja:

1. Larutkan garam dengan air dalam gelas kimia.
2. Tuangkan larutan garam ke dalam piring.
3. Jemur larutan garam dalam piring di bawah panas Matahari. Perhatikan gambar berikut.
4. Amatilah apa yang terjadi.
5. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?



Pada proses penguapan, larutan dipanaskan sampai zat pelarutnya (air) menguap dan meninggalkan zat terlarut (garam). Proses pemisahan dengan cara penguapan ini dapat terjadi karena zat terlarut (garam) memiliki titik didih yang lebih tinggi daripada zat pelarutnya (air).

Nah, dapatkah kamu memberikan contoh lainnya proses pemisahan campuran dengan penguapan? Diskusikanlah dengan temanmu, kemudian bacakan hasilnya di depan kelas.

### 4. Distilasi (Penyulingan)

Apakah yang disebut dengan distilasi? **Distilasi** atau penyulingan adalah proses pemisahan campuran dengan penguapan yang diikuti pengembunan.

Mula-mula campuran yang akan dipisahkan dipanaskan hingga di atas titik didih zat yang akan dipisahkan. Oleh karena zat yang akan dipisahkan memiliki titik didih yang lebih rendah daripada larutan, maka zat tersebut akan menguap terlebih dahulu. Uap yang terbentuk kemudian didinginkan sehingga menjadi cairan. Cairan yang dihasilkan selanjutnya ditampung dalam suatu wadah sebagai distilat.

Agar lebih jelas mengenai distilasi ini, lakukan **Kegiatan 4.3** berikut ini.

### Kegiatan 4.3

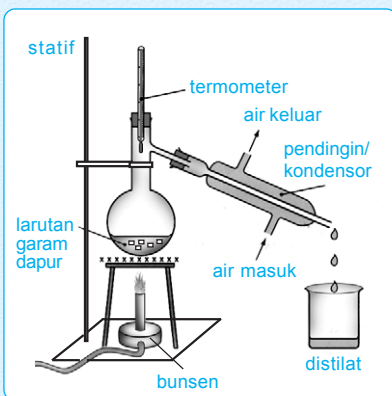
#### Distilasi

##### Tujuan:

Memisahkan campuran dengan cara distilasi.

##### Alat dan bahan:

Statif, klem, gelas kimia 2 buah, kondensor leibig, labu alas bulat, termometer, pembakar bunsen, slang air, batu didih, air, larutan garam dapur atau natrium klorida (NaCl) 0,1 M.



##### Prosedur kerja:

1. Masukkan 200 mL larutan garam dapur (NaCl) ke dalam labu alas bulat.
2. Susunlah peralatan seperti gambar di samping.
3. Didihkan labu alas bulat dengan nyala bunsen sedang.
4. Amati hasil distilasi yang tertampung dalam gelas kimia. Apakah hasil dari distilasi ini?
5. Apakah kesimpulan dari percobaan ini?

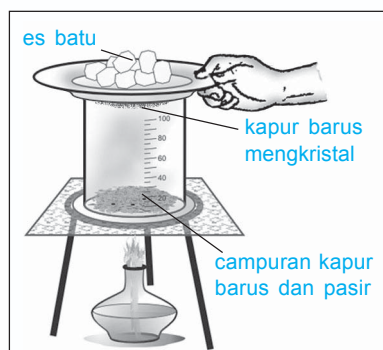
Apakah manfaat prinsip penyulingan dalam kehidupan sehari-hari? Prinsip penyulingan digunakan di industri minyak untuk memisahkan bensin, minyak tanah, dan solar dari minyak mentah. Hal ini dapat dilakukan karena komponen-komponen minyak bumi mempunyai titik didih yang berbeda-beda. Oleh karena dalam campuran (minyak mentah) terdapat lebih dari satu komponen yang akan dipisahkan maka harus dilakukan distilasi bertingkat atau biasa disebut **distilasi fraksionasi**.

## 5. Sublimasi

Sublimasi adalah proses pemisahan campuran yang dapat digunakan untuk memisahkan komponen yang dapat menyublim dari campurannya yang tidak dapat menyublim.

Masih ingatkah kamu zat yang dapat menyublim jika dipanaskan? Kapur barus merupakan zat yang dapat menyublim





**Gambar 4.7** Proses pemisahan kapur barus dari pasir dengan cara sublimasi.

jika dipanaskan. Nah, jika kapur barus ini bercampur dengan zat pengotor seperti pasir, untuk memisahkan kapur barus dengan zat pengotor dapat dilakukan dengan proses sublimasi. Ketika campuran kapur barus dan pasir dipanaskan, kapur barus akan menguap sedangkan pasir tidak. Uap kapur barus akan segera mengkristal ketika menemui daerah yang cukup dingin. Dengan demikian kapur barus murni dapat diperoleh kembali.

Nah, dapatkah kamu menyebutkan contoh proses pemisahan campuran dengan cara sublimasi? Proses sublimasi dapat juga digunakan untuk memisahkan iodin dari zat pengotornya.

## Latihan 4.2

1. Jelaskan metode pemisahan campuran yang prinsip kerjanya berdasarkan perbedaan titik didih!
2. Jelaskan dasar pemisahan campuran dengan cara filtrasi!
3. Jelaskan dasar pemisahan campuran dengan cara distilasi!
4. Mengapa campuran kapur barus dan iodin dapat dipisahkan dengan cara sublimasi?
5. Mengapa air yang diperoleh dari penyulingan air laut tidak asin?



## C Proses Pengolahan Air



**Gambar 4.8** Sebelum dimasukkan ke dalam bak pengendapan, air melewati unit penyaring kasar untuk memisahkan kotoran-kotoran besar.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

Tahukah kamu, berapa banyak air yang kamu buang dalam sehari? Tentu tak terhitung jumlahnya, bukan? Padahal, saat ini krisis air bersih mulai melanda negara kita. Hal ini disebabkan penjarahan hutan secara besar-besaran sehingga menyebabkan turunnya debit air bersih yang mengalir ke sungai.

Dalam kondisi seperti itu, pencemaran air semakin hebat yang diakibatkan limbah rumah tangga dan industri. Jika kamu mengamati sungai-sungai di sekelilingmu, hanya sedikit sungai yang masih mengalirkan air bersih. Umumnya sungai mengalirkan air kotor berwarna kecokelatan.

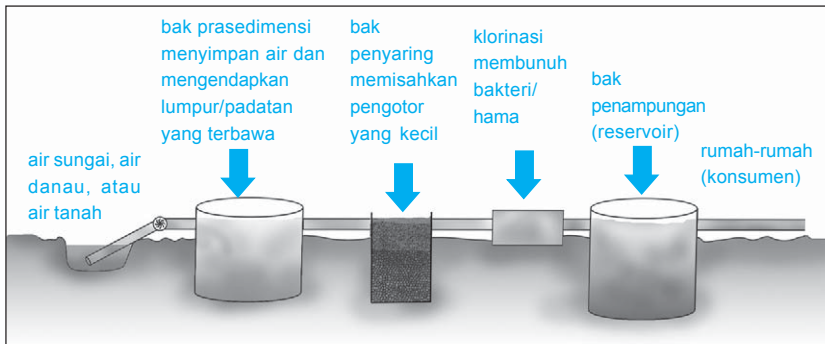
Beban lingkungan yang semakin berat akibat pencemaran air dan udara membuat kualitas air semakin buruk. Namun, di sisi lain, kebutuhan masyarakat akan air semakin meningkat akibat peningkatan jumlah penduduk.

Fenomena tersebut tentunya memerlukan konsep pengelolaan sumber daya air yang terpadu dengan mempertimbangkan keseimbangan air. Air pada dasarnya merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan merupakan sumber daya yang sangat penting dalam kehidupan makhluk hidup di dunia ini.

Air minum harus memenuhi persyaratan-persyaratan dari segi fisik, kimia, maupun biologi.

1. Kualitas dari segi fisik yaitu tidak berwarna, tidak berbau, jernih, dan tidak berasa.

2. Kualitas dari segi kimia yaitu air tidak mengandung zat-zat kimia yang beracun dan bebas dari garam-garam mineral.
3. Kualitas dari segi biologi yaitu air harus terbebas dari organisme hidup penyebab penyakit.



**Gambar 4.9** Proses pengolahan air untuk menghasilkan air bersih.

Nah, bagaimana usaha yang dapat dilakukan untuk mendapatkan air bersih? Di negara kita, pengolahan air bersih dilakukan oleh PDAM. Tahukah kamu bahwa sumber air leding dari PDAM yang bersih dan bening sebenarnya berasal dari air sungai yang berwarna cokelat, kotor, dan berbau? Perhatikan proses pengolahan air pada **Gambar 4.9** di atas.

Mula-mula, air dari sungai, danau, atau air tanah dipompakan ke dalam bak prasedimentasi. Pada tahap ini dilakukan penyimpanan air dan mengendapkan lumpur atau padatan yang terbawa. Setelah itu, air dialirkan ke dalam bak penyaring untuk memisahkan lumpur yang lebih halus dan zat pengotor yang lebih kecil. Air bersih yang diperoleh dari hasil saringan, selanjutnya diberi kaporit (senyawa kimia yang mengandung klorin) untuk membunuh bakteri penyebab penyakit. Air yang telah memenuhi standar bersih, kemudian dialirkan ke dalam bak penampungan untuk disalurkan ke pemukiman, kantor-kantor, dan pabrik (konsumen).

Lakukan kegiatan berikut untuk mendapatkan air bersih dengan cara sederhana.

#### Kegiatan 4.4



#### Pengolahan Air

##### Tujuan:

Mengolah air bersih dengan cara penyaringan.

##### Alat dan bahan:

Sebuah galon minuman bekas, kerikil, pasir, arang, kapas, dan air sumur yang kotor.

##### Prosedur kerja:

1. Potonglah bagian bawah galon minuman bekas.
2. Susunlah kerikil, pasir, arang, dan kapas seperti terlihat pada gambar di samping.

3. Masukkan air kotor secara perlahan melalui alat penyaringan yang telah kamu buat, kemudian tampung hasil penyaringannya.
4. Bandingkan air hasil penyaringan dengan air sebelum penyaringan.
5. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?

Dari **Kegiatan 4.4**, kamu dapat mengamati bahwa dengan proses penyaringan akan diperoleh air bersih.

Banyak zat yang menyebabkan air menjadi tidak jernih atau keruh. Oleh karena itu perlu dilakukan penjernihan air, karena kejernihan termasuk salah satu standar kualitas fisik air minum. Berikut ini cara sederhana untuk menjernihkan air.

1. Pengendapan

Pengendapan dapat dilakukan dengan mengendapkan air dalam bak penampungan yang bersih dan bila kotor dikuras.

2. Penyaringan/filtrasi

Air yang terlalu keruh karena adanya partikel tertentu tidak dapat dijernihkan hanya dengan pengendapan, tetapi perlu penyaringan. Penyaringan dilakukan secara bertahap dengan melalui saringan pasir halus, pasir kasar, dan batu gamping. Air mula-mula dilewatkan dalam pasir halus kemudian dilewatkan pasir kasar dan selanjutnya dalam batu gamping, sehingga akan didapatkan air yang lebih jernih dan bersih.

3. Koagulasi

Terkadang ditemukan air masih keruh meskipun sudah dilakukan pengendapan dan penyaringan. Hal ini karena ukuran partikel penyebab keruh sangat kecil atau seukuran partikel koloid sehingga tidak dapat mengendap. Untuk mengendapkan partikel ini maka ditambahkan zat kimia yang berfungsi sebagai pengendap atau koagulan misalnya tawas atau aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ ).

### Tugas 4.1

Buatlah alat sederhana untuk menjernihkan air, kemudian uji cobalah alat tersebut apakah berhasil atau tidak! Laporkan hasilnya di depan kelas!



## D Perubahan Materi

Perubahan materi merupakan kajian yang cukup penting di dalam ilmu kimia. Perubahan dapat diketahui dari perbedaan keadaan awal dan keadaan akhir materi setelah mengalami perubahan. Keadaan yang dimaksud meliputi sifat-sifat maupun strukturnya.



Materi dapat dikenali berdasarkan sifat-sifat fisika maupun sifat-sifat kimianya. Yang termasuk sifat-sifat fisika antara lain wujud, warna, titik leleh, titik didih, dan kelarutan. Sifat-sifat kimia materi didasarkan pada kemampuannya dalam melakukan perubahan atau reaksi kimia. Misalnya, bensin lebih mudah terbakar daripada minyak tanah.

Sehubungan dengan hal tersebut terdapat dua jenis perubahan materi, yaitu perubahan fisika dan perubahan kimia. Hal yang perlu digarisbawahi adalah perubahan fisika dapat menghasilkan perubahan wujud materi, tetapi tidak menghasilkan materi baru. Adapun perubahan kimia, menghasilkan materi baru.

Nah, agar kamu lebih memahami perubahan fisika dan perubahan kimia pelajailah uraian berikut dengan baik.

## 1. Pengertian Perubahan Materi

Pada kehidupan sehari-hari kamu selalu melihat peristiwa perubahan materi, baik secara alami maupun dengan disengaja. Peristiwa perubahan materi secara alami, misalnya peristiwa pembusukan makanan atau perkaratan besi. Peristiwa perubahan materi dengan disengaja, misalnya kertas yang dibakar atau lilin yang dibakar.

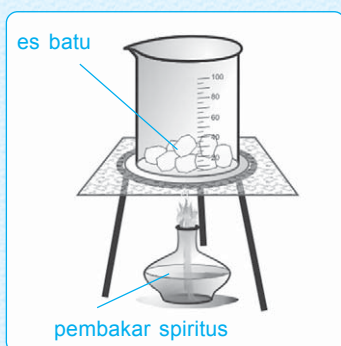
Nah, dari contoh-contoh perubahan materi di atas, manakah yang termasuk perubahan fisika dan yang termasuk perubahan kimia? Agar kamu lebih memahaminya lakukan **Kegiatan 4.5**.

### Kegiatan 4.5

#### Perubahan Fisika dan Perubahan Kimia

##### Tujuan:

Membandingkan perubahan fisika dan perubahan kimia.



##### Percobaan 1

##### Alat dan bahan:

Es batu, gelas kimia, dan pembakar spiritus.

##### Prosedur kerja:

1. Cicipi rasa es batu. Apa yang kamu rasakan?
2. Masukkan es batu ke dalam gelas kimia, kemudian panaskan gelas kimia tersebut dengan pembakar spiritus. Perhatikan gambar di samping.
3. Setelah es batu mencair, cicipilah rasanya. Bandingkan rasa es batu sebelum dipanaskan dan setelah dipanaskan.



##### Percobaan 2

##### Alat dan bahan:

Beberapa lembar kertas koran dan pembakar spiritus.

##### Prosedur kerja:

1. Bakarlah lembaran kertas koran yang telah kamu siapkan.



2. Amatilah hasil pembakaran. Bagaimana wujud kertas koran sebelum dan setelah dipanaskan?

Buat kesimpulan dari **Percobaan 1** dan **Percobaan 2** di atas.

Dari **Kegiatan 4.5** kamu dapat mengamati bahwa es yang awalnya berwujud padat, setelah dipanaskan akan berubah wujud menjadi air. Meskipun es mengalami perubahan wujud dari padat ke cair, tetapi es dan air masih memiliki sifat-sifat yang sama. Hal ini terbukti dengan rasa es batu sebelum dipanaskan sama dengan setelah dipanaskan. Perubahan materi yang tidak menghasilkan zat baru dinamakan perubahan fisika.

Berbeda halnya dengan kertas yang dibakar, kertas tersebut mengalami perubahan materi yang menghasilkan zat yang baru, yaitu abu, asap, dan gas. Perubahan materi yang menghasilkan zat baru dinamakan perubahan kimia.

Nah, agar kamu lebih memahami perbedaan antara perubahan fisika dan perubahan kimia, pelajailah uraian berikut dengan baik.

#### a. Perubahan Fisika

Kamu telah mengetahui bahwa es yang mencair tidak menghasilkan zat yang baru. Es dan air tersusun atas senyawa yang sama, yaitu  $H_2O$ . Perbedaan antara es dan air hanya terlihat dari wujudnya saja. Es merupakan air yang berwujud zat padat, sedangkan air berwujud zat cair. Dapatkah kamu menyebutkan contoh perubahan fisika lainnya?

Pada **Gambar 4.10** kamu dapat mengamati proses peleburan besi. Batang besi yang dipanaskan dengan suhu tinggi akan berubah menjadi besi cair. Cairan besi yang sudah meleleh itu dimasukkan dalam cetakan. Setelah itu, dibiarkan menjadi dingin hingga berbentuk padat kembali.

Pada proses peleburan besi, antara besi sebelum dileburkan dengan besi yang sudah menjadi cair masih memiliki sifat yang sama atau hanya mengalami perubahan wujud saja. Perubahan materi pada besi yang dileburkan dapat dikatakan sebagai perubahan fisika. Pada perubahan fisika memungkinkan kita mendapatkan kembali materi semula.

#### b. Perubahan Kimia

Ketika kamu membuat api unggun dengan membakar kayu kering, maka akan dihasilkan abu, asap, dan gas. Sama halnya seperti pada kertas yang dibakar, kayu dan abu merupakan dua jenis zat yang sama sekali berbeda. Zat-zat hasil pembakaran tersebut tidak dapat dikembalikan lagi menjadi kayu. Oleh karena kayu yang dibakar menghasilkan zat baru yang sifatnya berbeda dengan zat asalnya, kayu yang dibakar merupakan contoh peristiwa perubahan kimia. Jadi



**Gambar 4.10** Pada proses peleburan besi, besi mengalami perubahan fisika akibat pemanasan.

**Sumber:** Microsoft Student, 2006

perubahan kimia adalah perubahan materi yang menghasilkan zat yang jenisnya baru.

Perubahan kimia disebut juga **reaksi kimia**. Dalam kehidupan sehari-hari, banyak reaksi kimia yang terjadi secara alamiah atau yang dibuat manusia. Nah, dapatkan kamu menyebutkan contoh reaksi kimia yang terjadi secara alamiah? Contoh reaksi kimia yang terjadi secara alamiah adalah perkaratan, pembusukan, respirasi, metabolisme dalam sel, dan reaksi fotosintesis. Adapun reaksi kimia buatan misalnya pembakaran minyak dan reaksi-reaksi kimia di laboratorium atau pada proses industri. Semua reaksi kimia menghasilkan zat yang sifat dan jenisnya baru. Berlangsungnya reaksi kimia ditandai dengan beberapa hal, di antaranya terbentuknya gas, endapan, dan perubahan warna.

Pada perubahan kimia, sangat sulit untuk mendapatkan kembali materi semula (bersifat *irreversibel*). Perbedaan antara perubahan fisika dan perubahan kimia ditunjukkan pada **Tabel 4.4** berikut ini.



**Gambar 4.11** Kayu yang dibakar merupakan contoh perubahan kimia.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

**Tabel 4.4.** Perbedaan perubahan fisika dengan perubahan kimia.

Perubahan Fisika	Perubahan Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak terbentuk zat yang jenisnya baru.</li> <li>• Reversibel.</li> <li>• Tidak terjadi reaksi kimia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terbentuk zat yang jenisnya baru.</li> <li>• Irreversibel.</li> <li>• Terjadi reaksi kimia, ditandai dengan pembentukan gas, endapan, warna, dan perubahan energi.</li> </ul>

## 2. Perubahan Fisika dan Perubahan Kimia dalam Kehidupan Sehari-hari

Setelah kamu mengetahui perbedaan antara perubahan fisika dan perubahan kimia, pada subbab ini kamu akan mencari tahu mengenai contoh-contoh perubahan fisika dan perubahan kimia dalam kehidupan sehari-hari.

### a. Peristiwa Perubahan Fisika dalam Kehidupan Sehari-hari

Peristiwa perubahan fisika dapat terjadi karena perubahan wujud zat, perubahan bentuk, perubahan ukuran, perubahan volume, perubahan bentuk energi, dan pelarutan. Agar lebih jelas, pelajari uraian berikut.

#### 1) Peristiwa Perubahan Fisika karena Perubahan Wujud

Peristiwa perubahan fisika yang mengakibatkan perubahan wujud dapat terjadi karena pengaruh pemanasan. Materi yang telah mengalami perubahan fisika karena perubahan



**Gambar 4.12** Es bila dibiarkan di tempat terbuka akan menjadi air, hal ini merupakan contoh perubahan fisika.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

wujud dapat dikembalikan pada wujud semula. Contoh perubahan fisika karena perubahan wujud, antara lain:

- a) Es yang berwujud padat jika dibiarkan di tempat terbuka akan berubah wujud menjadi air.
- b) Air jika dipanaskan akan berubah wujud menjadi uap.
- c) Embun terjadi karena uap air di udara melepaskan panas dan menjadi air.
- d) Kapur barus jika dibiarkan di tempat terbuka akan menyublim menjadi gas.

2) *Peristiwa Perubahan Fisika karena Perubahan Bentuk*

Tukang kayu mengubah kayu menjadi kursi dan meja. Perubahan materi dari kayu menjadi kursi termasuk perubahan fisika. Hal ini karena kayu hanya mengalami perubahan bentuk saja, sedangkan sifatnya tidak berubah.

Contoh lain adalah perubahan materi dari aluminium menjadi teko, sendok, dan panci. Hal ini termasuk perubahan fisika karena aluminium hanya mengalami perubahan bentuk saja, sedangkan sifatnya tidak berubah.

3) *Peristiwa Perubahan Fisika karena Perubahan Ukuran*

Contoh: biji kopi digiling menjadi serbuk kopi dan batu dipecah-pecah. Sifat kopi tidak berubah, yang berubah hanya ukurannya. Demikian juga dengan batu yang dipecah-pecah.

4) *Peristiwa Perubahan Fisika karena Perubahan Volume*

Contoh: raksa atau alkohol dalam termometer memuai jika menyentuh permukaan yang panas sehingga dapat digunakan sebagai pengukur suhu. Sifat raksa dan alkohol tidak berubah meskipun mengalami pemuaian.

5) *Peristiwa Perubahan Fisika karena Perubahan Bentuk Energi*

Ingat bahwa energi tidak dapat dihilangkan dan juga tidak dapat diciptakan. Energi hanya dapat diubah dari bentuk satu ke bentuk lain. Contoh: lampu pijar menyala dan kipas angin berputar.

6) *Peristiwa Perubahan Fisika karena Pelarutan*

Pernahkah kamu membuat es jeruk? Jika kamu membuat es jeruk, kamu terlebih dahulu memeras jeruk untuk mengambil sari jeruknya, kemudian melarutkan sari jeruk tersebut ke dalam air dingin. Nah, apakah rasa jeruk tersebut berubah setelah kamu campurkan dengan air dingin? Rasa jeruk setelah dicampurkan dengan air dingin tetap sama. Oleh karena sifat jeruk tidak berubah setelah dilarutkan dalam air, peristiwa ini tergolong perubahan fisika karena pelarutan.

Contoh lain perubahan fisika karena pelarutan adalah ketika kamu membuat kopi. Rasa kopi setelah dilarutkan dalam air tetap sama atau tidak berubah.

## b. Peristiwa Perubahan Kimia dalam Kehidupan Sehari-hari

Hal-hal apa saja yang dapat mengakibatkan perubahan kimia? Perubahan kimia dapat terjadi karena peristiwa pembakaran, perkaratan, dan pembusukan.

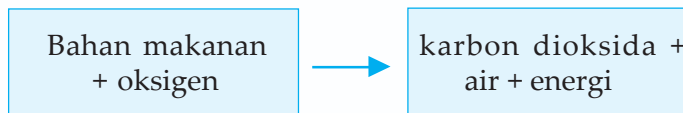
### 1) Peristiwa Perubahan Kimia karena Pembakaran

Salah satu perubahan kimia yang sering kita saksikan dalam kehidupan sehari-hari adalah peristiwa pembakaran. Tahukah kamu apakah pembakaran itu? Pembakaran adalah reaksi kimia antara materi yang terbakar dengan oksigen. Oleh karena itu, reaksi pembakaran sering disebut reaksi oksidasi.

Nah, dapatkan kamu menyebutkan contoh peristiwa perubahan kimia karena pembakaran? Peristiwa kebakaran hutan merupakan salah satu contoh perubahan kimia akibat pembakaran. Contoh lainnya adalah pembakaran kembang api.

Reaksi pembakaran banyak digunakan sebagai sumber energi. Misalnya, pembakaran bensin di dalam mesin mobil dapat menghasilkan energi gerak sehingga mobil dapat bergerak.

Peristiwa perubahan kimia karena pembakaran juga terjadi dalam tubuhmu. Bahan makanan yang telah kamu makan diproses dalam tubuh dengan cara pembakaran sehingga menghasilkan energi yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Proses pembakaran kimia dalam tubuh dapat dituliskan sebagai berikut.



Mengapa pada proses pembakaran dapat timbul asap? Asap terjadi akibat pembakaran yang tidak sempurna. Pembakaran tidak sempurna terjadi karena oksigen yang tersedia untuk bereaksi tidak mencukupi sehingga sebagian karbon tidak terbakar. Pembakaran yang tidak sempurna dapat menghasilkan gas beracun, yaitu karbon monoksida (CO).

### 2) Peristiwa Perubahan Kimia karena Perkaratan

Apakah yang dimaksud dengan peristiwa perkaratan itu? Perkaratan adalah reaksi kimia antara logam dengan udara (oksigen) dan air. Perkaratan merupakan peristiwa perubahan kimia karena menghasilkan zat yang baru. Paku yang terbuat dari besi jika bereaksi dengan udara dan air, maka besi (Fe) tersebut dapat berubah menjadi karat besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ). Sifat besi dan karat besi sangat berbeda. Besi mempunyai sifat yang kuat, sedangkan karat besi mempunyai sifat yang rapuh.



**Gambar 4.13** Ledakan kembang api merupakan contoh perubahan kimia dengan proses pembakaran.

**Sumber:** Dokumen Penerbit





**Gambar 4.14** Paku berkarat merupakan contoh perubahan kimia.

**Sumber:** Ensiklopedia Sains

Faktor-faktor yang mempercepat proses perkaratan antara lain:

- a) adanya uap air (udara yang lembap),
- b) adanya uap garam atau asam di udara,
- c) permukaan logam yang tidak rata,
- d) singgungan dengan logam lain.

Peristiwa perkaratan ini menimbulkan banyak kerugian karena benda-benda yang terbuat dari besi menjadi rapuh dan cepat rusak. Nah, bagaimana cara mencegah peristiwa perkaratan pada besi? Peristiwa perkaratan pada besi dapat dicegah dengan cara:

- a) menghindarkan kontak langsung antara benda yang terbuat dari besi dengan oksigen atau air. Ini dapat dilakukan dengan cara mengecat, melumuri besi dengan oli, membalut besi dengan plastik, atau melapisi besi dengan timah;
- b) memperhalus permukaan logam, misalnya diampelas;
- c) mencegah logam agar tidak terkena uap garam atau asam;
- d) menyimpan logam di tempat kering.

### 3) *Peristiwa Perubahan Kimia karena Pembusukan*

Pernahkah kamu menyimpan buah-buahan, seperti apel di tempat yang terbuka hingga beberapa hari? Apakah yang terjadi dengan apel tersebut?

Apel yang dibiarkan di tempat terbuka dalam waktu yang lama akan busuk. Pembusukan adalah peristiwa perubahan kimia karena mikroorganisme. Pada apel yang membusuk, apel berubah menjadi bau, berlendir, dan mengeluarkan gas. Oleh karena sifat apel setelah membusuk berbeda dengan apel sebelum membusuk, maka peristiwa pembusukan apel dapat dikatakan sebagai perubahan kimia.

## Tugas 4.2

Carilah contoh-contoh perubahan kimia lainnya yang terdapat di sekitarmu! Kemudian bacakan hasilnya di depan kelas untuk didiskusikan dengan teman-temanmu!

## 3. Manfaat Perubahan Materi

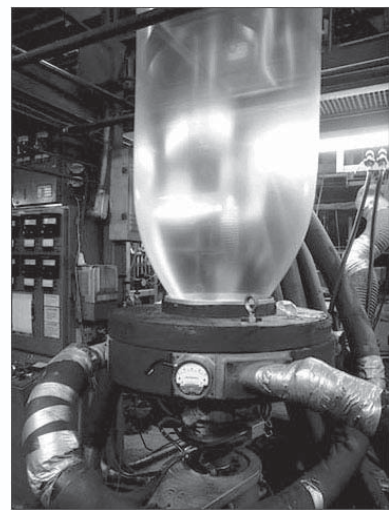
Perubahan fisika berperan penting dalam industri obat-obatan atau farmasi, yaitu dalam proses ekstraksi zat-zat aktif yang terkandung dalam bahan alam. Zat-zat aktif ini berguna untuk bahan baku obat. Senyawa yang terkandung dalam dedaunan atau akar-akaran dikeluarkan menggunakan pelarut tertentu dalam alat khusus.

Menyeduh kopi dengan air panas, merupakan ekstraksi kafein dari kopi agar larut dalam air. Kafein bersifat larut dalam air panas.

Seperti halnya perubahan fisika, perubahan kimia pun banyak manfaatnya. Hampir semua industri yang memproduksi bahan baku menggunakan prinsip-prinsip perubahan kimia atau reaksi kimia. Dalam industri plastik, zat-zat organik yang bersumber dari gas alam dan minyak bumi diubah melalui reaksi dan proses kimia menjadi plastik, misalnya polietilen (PE), polipropilen (PP), dan polivinilklorida (PVC).

Hampir semua industri, mulai dari yang berteknologi sederhana (misalnya industri tahu) hingga yang berteknologi tinggi (misalnya pembuatan pesawat terbang) menerapkan prinsip-prinsip perubahan fisika dan perubahan kimia.

Perubahan kimia dan perubahan fisika terkadang terjadi secara bersamaan, misalnya pada pembakaran lilin. Lilin terbakar menghasilkan nyala dan asap hitam (karbon). Hal ini menunjukkan terjadinya reaksi kimia. Di sisi lain, terjadi pula perubahan fisika yaitu lilin meleleh menjadi cair.



**Gambar 4.15** Dalam industri plastik, bahan baku diolah secara kimiawi dan juga fisik untuk menghasilkan plastik.

**Sumber:** Microsoft Encarta 2006

### Latihan 4.3

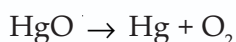
1. Jelaskan syarat air minum!
2. Jelaskan perbedaan antara perubahan fisika dengan perubahan kimia dan masing-masing berikan contohnya!
3. Berikan contoh perubahan kimia karena pembakaran!
4. Jelaskan manfaat perubahan fisika dalam kehidupan sehari-hari!
5. Jelaskan manfaat perubahan kimia dalam kehidupan sehari-hari!



## Reaksi Kimia

Apakah yang dimaksud dengan reaksi kimia? **Reaksi kimia** adalah peristiwa perubahan kimia dari zat-zat yang bereaksi (*reaktan*) menjadi zat-zat hasil reaksi (*produk*). Pada reaksi kimia selalu dihasilkan zat-zat yang baru dengan sifat-sifat yang baru. Reaksi kimia dituliskan dengan menggunakan lambang unsur.

Marilah kita lihat bagaimana cara menyatakan suatu reaksi dengan menggunakan lambang. Perhatikan reaksi merkuri oksida yang menghasilkan merkuri dan oksigen berikut.



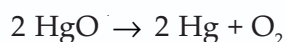
Ahli kimia akan menerjemahkan lambang-lambang di atas sebagai berikut. "Molekul HgO yang terdiri dari satu atom merkuri (Hg) ditambah satu atom oksigen (O), menghasilkan ( $\rightarrow$ ) satu molekul yang terdiri dari satu atom merkuri (Hg) ditambah satu molekul yang terdiri dari dua atom oksigen ( $\text{O}_2$ )".

Gabungan lambang yang menunjukkan suatu reaksi kimia dinamakan **persamaan kimia**. Zat yang bereaksi di sebelah kiri anak panah disebut **pereaksi**. Sedangkan zat di sebelah kanan anak panah disebut **hasil reaksi**. Jadi, HgO pada persamaan kimia di atas adalah pereaksi. Hg dan O<sub>2</sub> adalah hasil reaksi.

Hukum konservasi materi menyatakan bahwa dalam reaksi kimia biasa tidak ada materi yang hilang meskipun mungkin berubah. Jumlah atom dalam pereaksi harus tetap sama dengan yang dihasilkan, betapa pun atom-atom itu berubah untuk membentuk pola molekul yang baru. Apabila suatu persamaan memenuhi syarat-syarat itu, dapat dikatakan persamaan itu setimbang.

Bagaimana dengan persamaan  $\text{HgO} \rightarrow \text{Hg} + \text{O}_2$ ?

Untuk mengimbangkan persamaan, kita tambahkan angka 2 sebelum HgO dan angka 2 lagi sebelum Hg. 2HgO berarti dua molekul yang masing-masing terdiri dari satu atom merkuri dan satu atom oksigen. Persamaan itu sekarang menjadi:



Dengan kata lain, dua molekul merkuri oksida (HgO) yang masing-masing terdiri dari satu atom merkuri dan satu atom oksigen menghasilkan dua molekul merkuri yang masing-masing terdiri dari satu atom merkuri ditambah satu molekul oksigen, yang terdiri dari dua atom oksigen. Persamaan ini sekarang telah setimbang, di sebelah kiri ada dua atom merkuri dan dua atom oksigen, demikian juga di sebelah kanan.

Perhatikan bahwa dalam hasil reaksi ditulis 2 Hg, bukan Hg<sub>2</sub>. Hal ini karena molekul merkuri hanya terdiri dari satu atom merkuri. Kalau angka 2 kita tuliskan di bawah, berarti kita mengatakan bahwa molekul itu mengandung dua atom dan ini keliru. Ingat bahwa dalam menyeimbangkan persamaan kita tidak boleh mengganti molekul. Kita hanya boleh mengubah jumlah molekul.

### 1. Ciri-Ciri Reaksi Kimia

Ketika terjadi reaksi kimia, terdapat perubahan-perubahan yang dapat kita amati. Perhatikan ciri-ciri reaksi kimia berikut.

#### a. Reaksi Kimia dapat Menimbulkan Perubahan Warna

Lakukanlah kegiatan berikut untuk menyelidiki perubahan warna akibat reaksi kimia.

### Kegiatan 4.6

#### Reaksi Kimia yang Menyebabkan Perubahan Warna

##### Tujuan:

Mengamati reaksi kimia melalui perubahan warna.

##### Alat dan bahan:

Dua buah gelas kimia, tiga buah pipet tetes, gelas ukur 25 mL, Larutan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), larutan kalium permanganat (KMnO<sub>4</sub>) 2% dan larutan asam oksalat (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) 2%.

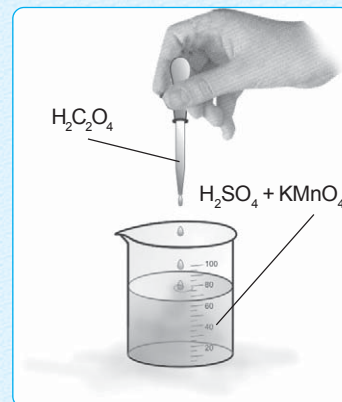


### Prosedur kerja:

1. Catatlah warna setiap larutan
2. Isilah gelas kimia dengan 10 tetes larutan kalium permanganat dan 5 tetes larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , kemudian tambahkan 25 mL air untuk mengencerkan larutan.
3. Tambahkan asam oksalat tetes demi tetes sampai terjadi perubahan warna.
4. Amati dan catatlah perubahan yang terjadi.
5. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?

### Catatan:

Gunakan pipet tetes yang berbeda untuk mengambil zat yang berbeda. Hati-hatilah menggunakan bahan kimia!



Dari **Kegiatan 4.6** di atas kamu dapat mengamati bahwa warna ungu pada larutan kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) akan berubah jika direaksikan dengan larutan asam oksalat ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ). Perubahan kimia ini terjadi karena senyawa kalium permanganat berubah menjadi senyawa mangan sulfat ( $\text{MnSO}_4$ ) yang tidak berwarna. Demikian juga dengan tembaga karbonat ( $\text{CuCO}_3$ ) yang berwarna hijau akan berubah menjadi tembaga oksida ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) yang berwarna kehitaman dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) setelah dipanaskan.

### Tugas 4.3

Carilah informasi lainnya mengenai reaksi kimia yang mengakibatkan terjadinya perubahan warna melalui internet atau buku-buku di perpustakaan. Setelah itu, cobalah kamu lakukan percobaan tersebut di laboratorium kimia dengan bimbingan gurumu. Kemudian, tulislah hasil percobaanmu dalam bentuk laporan kegiatan.

#### b. Reaksi Kimia dapat Membentuk Endapan

Lakukanlah kegiatan berikut untuk mengamati reaksi kimia yang menghasilkan endapan.

### Kegiatan 4.7

#### Reaksi Kimia yang Menghasilkan Endapan

##### Tujuan:

Mengamati reaksi kimia melalui timbulnya endapan.

##### Alat dan bahan:

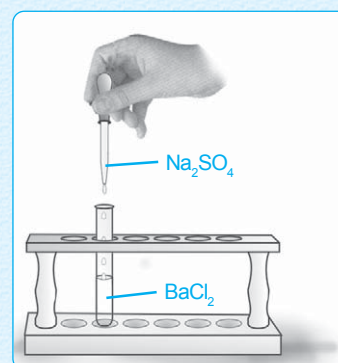
Tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet tetes, larutan barium klorida ( $\text{BaCl}_2$ ) 1% sebanyak 1 mL, dan larutan natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).



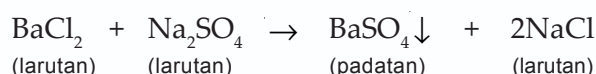
### Prosedur kerja:

1. Masukkan larutan barium klorida ( $\text{BaCl}_2$ ) ke dalam tabung reaksi.
2. Tetesi larutan barium klorida ( $\text{BaCl}_2$ ) dengan larutan natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).
3. Amati perubahan yang terjadi.
4. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?

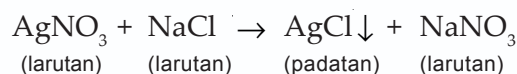
*Hati-hatilah menggunakan bahan kimia!*



Dari **Kegiatan 4.7** di atas kamu dapat mengamati bahwa ketika barium klorida ( $\text{BaCl}_2$ ) direaksikan dengan natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) akan menghasilkan suatu endapan putih barium sulfat ( $\text{BaSO}_4$ ). Endapan putih yang terbentuk ini sukar larut dalam air. Reaksi kimia tersebut dapat dituliskan sebagai berikut.



Banyak sekali zat-zat kimia yang direaksikan menimbulkan endapan. Contoh lain adalah larutan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) direaksikan dengan larutan natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ) menghasilkan endapan putih perak klorida ( $\text{AgCl}$ ) dan larutan natrium nitrat ( $\text{NaNO}_3$ ).



Sebenarnya apakah endapan itu? Endapan adalah zat yang memisahkan diri sebagai fase padat dari larutan. Endapan dapat berupa kristal (kristalin) atau koloid dan dapat dikeluarkan dari larutan dengan penyaringan atau sentrifugasi. Endapan terbentuk jika larutan menjadi terlalu jenuh dengan zat terlarut. Kelarutan suatu endapan sama dengan konsentrasi molar dari larutan jenuhnya.

Kelarutan endapan bertambah besar dengan kenaikan suhu, meskipun dalam beberapa hal khusus (seperti kalium sulfat), terjadi sebaliknya. Laju kenaikan kelarutan dengan suhu berbeda-beda. Pada beberapa hal, perubahan kelarutan dengan berubahnya suhu dapat menjadi alasan pemisahan. Misal pemisahan ion timbal dari perak dan merkuri (I) dapat dicapai dengan mengendapkan ketiga ion itu mula-mula sebagai klorida, diteruskan dengan menambahkan air panas pada campuran. Air panas akan melarutkan timbal klorida ( $\text{PbCl}_2$ ) tetapi perak dan raksa (I) klorida ( $\text{HgCl}$ ) tidak larut di dalamnya. Setelah menyaring larutan panas tersebut, ion timbal akan ditemukan dalam filtrat.

### c. Reaksi Kimia dapat Menimbulkan Perubahan Suhu

Lakukanlah kegiatan berikut agar kamu lebih memahami bahwa reaksi kimia dapat menimbulkan perubahan suhu.



**Gambar 4.16** Reaksi kimia dapat membentuk endapan.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

## Kegiatan 4.8

### Reaksi Kimia yang Menyebabkan Perubahan Suhu

#### Tujuan:

Mengamati reaksi kimia melalui perubahan suhu.

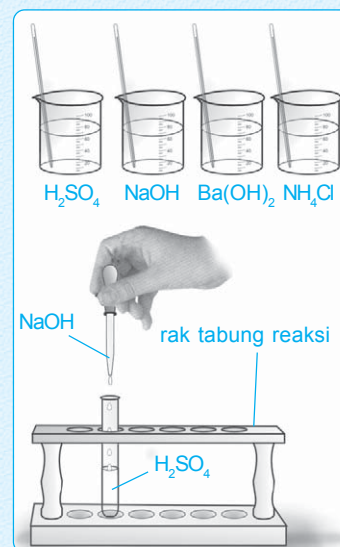
#### Alat dan bahan:

Dua buah tabung reaksi, gelas kimia, 4 buah pipet tetes, asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), barium hidroksida ( $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ), amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) dan termometer.

#### Prosedur kerja:

1. Ukurlah suhu masing-masing larutan dengan menggunakan termometer.
2. Masukkan larutan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ke dalam tabung reaksi. Kemudian, tambahkan larutan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) ke dalam tabung reaksi tersebut.
3. Ukurlah kembali suhu hasil reaksi.
4. Lakukanlah hal yang sama dengan cara mereaksikan larutan barium hidroksida ( $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ) dengan amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ).
5. Bandingkan kedua hasil reaksi tersebut.
6. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?

*Hati-hatilah menggunakan bahan kimia!*



Dari **Kegiatan 4.8** kamu dapat membuktikan bahwa reaksi kimia dapat menyebabkan perubahan suhu. Pada percobaan yang pertama ketika kamu mereaksikan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) terjadi kenaikan suhu. Nah, reaksi kimia yang menghasilkan kenaikan suhu dinamakan reaksi eksoterm. Dapatkah kamu menyebutkan contoh reaksi eksoterm lainnya? Reaksi eksoterm dapat kamu temukan pada pembakaran kertas dan pembakaran bensin pada kendaraan bermotor.

Pada percobaan kedua, saat kamu mereaksikan campuran barium hidroksida ( $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ) dan amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), larutan tersebut akan menyerap panas di sekitarnya sehingga terjadi penurunan suhu. Reaksi kimia yang menyerap panas di sekitarnya dinamakan reaksi endoterm. Contoh reaksi endoterm dalam kehidupan sehari-hari adalah fotosintesis dan memasak makanan. Cobalah kamu cari contoh reaksi endoterm lainnya. Diskusikanlah dengan teman sekelompokmu.

#### d. Reaksi Kimia dapat Menimbulkan Gas

Pernahkah kamu melarutkan tablet vitamin berkalsium tinggi (tablet *effervescent*) ke dalam segelas air? Ketika kamu



**Gambar 4.17** Gas dikeluarkan saat botol minuman berkarbonasi dibuka.

*Sumber:* Dokumen Penerbit

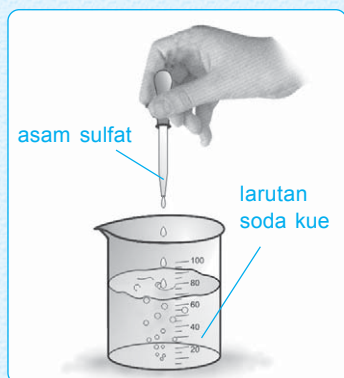


melarutkan tablet vitamin berkalsium tinggi ke dalam segelas air, kamu akan melihat gelembung-gelembung gas muncul dari dalam larutan. Hal ini membuktikan bahwa dalam peristiwa reaksi kimia dapat menimbulkan gas.

Selain contoh di atas, kamu juga dapat mengamati reaksi kimia yang menghasilkan gas pada saat kamu membuka kaleng minuman berkarbonasi. Nah, agar kamu lebih memahami bagaimana reaksi kimia dapat menghasilkan gas, lakukanlah kegiatan berikut.

### Kegiatan 4.9

#### Reaksi Kimia yang Menimbulkan Gas



##### Tujuan:

Mengamati reaksi kimia melalui timbulnya gas.

##### Alat dan bahan:

Gelas kimia berisi air, soda kue ( $\text{NaHCO}_3$ ) sebanyak 1 sendok teh, asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), pipet tetes, dan sendok.

##### Prosedur kerja:

1. Masukkan soda kue ( $\text{NaHCO}_3$ ) ke dalam gelas kimia yang berisi air, kemudian aduk sampai rata.
2. Teteskan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ke dalam gelas kimia tersebut, amati perubahan yang terjadi.
3. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?

*Hati-hatilah menggunakan bahan kimia!*

Dari **Kegiatan 4.9**, kamu dapat mengamati bahwa reaksi kimia dapat menghasilkan produk yang berwujud gas. Timbulnya gas dalam campuran ini dapat kamu amati karena gas muncul dalam bentuk gelembung-gelembung.

Contoh lain reaksi kimia yang dapat menimbulkan gas terjadi di tempat las karbid. Pernahkah kamu melihat proses penyambungan dua buah besi dengan cara dilas? Biasanya tukang las menggunakan panas untuk melelehkan besi yang akan disambung. Api yang digunakan oleh tukang las untuk memanaskan besi yang akan disambung biasanya diperoleh dari gas yang dihasilkan oleh reaksi antara karbid dengan air. Gas ini bersifat mudah terbakar (*flammable*).



Gas tersebut ditampung dalam tabung sehingga dapat digunakan untuk menghasilkan api dalam proses penyambungan logam besi. Sekarang, las karbid ini relatif lebih sedikit digunakan karena sudah tergantikan oleh las listrik.

Gas apakah yang terbentuk dari reaksi kimia? Untuk menguji jenis gas yang terbentuk dalam reaksi kimia dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain seperti berikut.

### 1) Uji Karbon Dioksida

Uji karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dapat dilakukan dengan mengalirkan gas pada air kapur atau kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Jika gas tersebut karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) maka air kapur yang semula jernih menjadi keruh dan terbentuk endapan putih kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).

### 2) Uji Oksigen

Uji oksigen dapat dilakukan dengan mendekatkan lidi yang membara di mulut tabung tempat reaksi. Bila bara makin besar berarti gas tersebut adalah gas oksigen, tetapi jika bara padam berarti gas yang dihasilkan adalah karbon dioksida.

### 3) Uji Hidrogen

Uji hidrogen dilakukan dengan mendekatkan lidi yang menyala di dekat mulut tabung tempat reaksi. Jika terbentuk gas hidrogen maka akan terjadi letupan-letupan kecil.

## Tugas 4.4

Carilah informasi lainnya mengenai reaksi kimia yang menimbulkan gas melalui internet atau buku-buku di perpustakaan! Setelah itu, diskusikanlah hasilnya dengan teman-teman sekelompokmu dan bacakan kesimpulannya di depan kelas!

## Tokoh Sains

Antoine Lavoisier



Antoine Laurent Lavoisier (26 Agustus 1743 - 8 Mei 1794) adalah seorang ahli kimia Prancis, yang meletakkan dasar-dasar kimia modern, termasuk cara penulisan persamaan reaksi kimia.

Lavoisier belajar hukum di saat remajanya. Meski mendapat gelar sarjana hukum dan bekerja di lingkungan ahli hukum, namun tak sekali pun dia mempraktekkan ilmunya, walau berkecimpung dalam dunia perkantoran administrasi Prancis dan pelayanan urusan masyarakat. Dia justru giat dalam Akademi Ilmiah Kerajaan Prancis.

Lavoisier menyusun skema pertama tentang sistem kimiawi (bekerja sama dengan Berthollet, Fourcroy dan Guyton de Morveau). Dalam sistem Lavoisier (yang jadi dasar pegangan hingga sekarang) komposisi kimia dilukiskan dengan namanya. Penyeragaman ini memungkinkan para ahli kimia di seluruh dunia dapat saling berhubungan satu sama lain dalam hal penemuan-penemuan mereka.

## 2. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Laju Reaksi Kimia

Tahukah kamu berapa lama suatu reaksi kimia dapat berlangsung? Berdasarkan laju reaksinya, maka reaksi kimia ada yang berlangsung cepat, dan ada pula yang berlangsung lambat. Contoh reaksi kimia yang berlangsung cepat adalah reaksi kimia pada tablet *effervescent* ketika dilarutkan dalam air, dan menyalakan kembang api. Adapun contoh reaksi kimia yang berlangsung lambat adalah proses korosi atau berkaratnya besi, reaksi pembuatan tempe dan tape.

Bagaimana cara mengukur laju reaksi kimia? Laju reaksi kimia dapat ditentukan dengan mengukur berkurangnya jumlah reaktan yang bereaksi atau penambahan jumlah produk yang terbentuk tiap satuan waktu tertentu.

Laju reaksi kimia dipengaruhi oleh beberapa faktor. Dapatkah kamu menyebutkan faktor-faktor apa saja yang memengaruhi laju reaksi kimia? Faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi kimia di antaranya sebagai berikut.

### a. Pengaruh Ukuran Zat terhadap Laju Reaksi

Menurutmu, manakah yang akan lebih cepat larut, satu bongkah garam atau satu sendok garam halus? Ketika kamu



melarutkan satu bongkah garam dan satu sendok garam halus masing-masing ke dalam segelas air, maka garam halus akan lebih cepat larut dibandingkan garam bongkahan. Hal ini dikarenakan ukuran butiran garam halus lebih kecil dari ukuran bongkahan garam.

Lakukanlah kegiatan berikut ini agar kamu lebih memahami bagaimana ukuran zat memengaruhi laju reaksi.

### Kegiatan 4.10

#### Pengaruh Ukuran Zat terhadap Laju Reaksi

**Tujuan:**

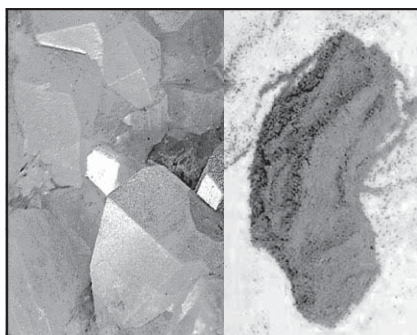
Mengamati pengaruh ukuran zat terhadap laju reaksi.

**Alat dan bahan:**

Tabung reaksi dan raknya, *stopwatch*, air es, air leding, air panas, gamping, dan amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) padat.

**Prosedur kerja:**

1. Siapkan tiga buah tabung reaksi.
2. Masukkan 1 gram gamping ke dalam masing-masing tabung reaksi.
3. Siapkan *stopwatch*.
4. Masukkan air es ke dalam tabung reaksi pertama, air biasa ke dalam tabung reaksi kedua, dan air panas ke dalam tabung reaksi ketiga.
5. Catat waktu yang diperlukan untuk berlangsungnya reaksi kimia dari masing-masing tabung.
6. Ulangi langkah 1 – 5 untuk amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) padat.
7. Apakah kesimpulan dari percobaan ini?



**Gambar 4.18** Kapur dalam bentuk bongkahan (kiri) akan lebih cepat bereaksi dengan larutan asam bila dibuat sebagai serbuk (kanan).

**Sumber:** Dokumen Penerbit

Dari **Kegiatan 4.10** kamu dapat mengamati bahwa kapur yang halus akan lebih cepat larut daripada kapur yang masih berbentuk bongkahan. Mengapa demikian?

Ukuran materi zat yang bereaksi sangat memengaruhi luas permukaan bidang sentuh antar reaktan. Oleh karena serbuk kapur ukurannya sangat kecil, serbuk kapur mempunyai luas bidang sentuh yang lebih luas dibandingkan batu kapur sehingga larutan asam sulfat akan lebih mudah bereaksi dengan serbuk kapur dibandingkan dengan kapur yang masih berbentuk bongkahan. Semakin luas permukaan suatu reaktan maka laju reaksinya semakin cepat. Reaktan yang berwujud cair dan gas sulit untuk diperluas bidang sentuhnya. Yang dapat dilakukan adalah memperbesar konsentrasinya. Contoh dalam kehidupan sehari-hari adalah proses pengunyahan makanan. Hal ini merupakan upaya memperluas permukaan sehingga memudahkan proses penguraian.

Nah, dapatkah kamu memberikan contoh lain yang membuktikan bahwa ukuran zat berpengaruh terhadap

kecepatan reaksi? Diskusikanlah dengan teman sekelompokmu, kemudian bacakan hasil diskusimu di depan kelas.

#### b. Pengaruh Suhu terhadap Laju Reaksi

Pemberian kalor atau pemanasan pada suatu reaksi kimia memengaruhi laju reaksi. Pada reaksi eksoterm bila suhu tinggi reaksi menjadi lambat, sedangkan pada reaksi endoterm, bila suhu tinggi reaksi menjadi cepat.

Dalam reaksi endoterm, pada suhu tinggi, partikel-partikel zat akan bergerak lebih cepat daripada suhu rendah. Hal inilah yang menyebabkan reaksi kimia berjalan lebih cepat. Reaksi kimia terjadi ketika molekul-molekul dan atom-atom bertumbukan. Menaikkan suhu berarti menaikkan energi kinetik partikel, sehingga partikel tersebut bergerak lebih cepat dan lebih sering bertumbukan. Inilah sebabnya mengapa laju reaksi pada reaksi endoterm lebih cepat pada suhu yang tinggi.

Untuk memahami pengaruh suhu terhadap laju reaksi, lakukan **Kegiatan 4.11** berikut.

### Kegiatan 4.11

#### Pengaruh Suhu terhadap Laju Reaksi

##### Tujuan:

Mengamati pengaruh suhu terhadap laju reaksi.

##### Alat dan bahan:

Tabung reaksi dan raknya, *stopwatch*, air es, air leding, air panas, gamping, dan amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) padat.

##### Prosedur kerja:

1. Siapkan tiga buah tabung reaksi.
2. Masukkan 1 gram gamping ke dalam masing-masing tabung reaksi.
3. Siapkan *stopwatch*.
4. Masukkan air es ke dalam tabung reaksi pertama, air biasa ke dalam tabung reaksi kedua, dan air panas ke dalam tabung reaksi ketiga.
5. Catat waktu yang diperlukan untuk berlangsungnya reaksi kimia dari masing-masing tabung.
6. Ulangi langkah 1 – 5 untuk amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) padat.
7. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?

Apa yang terjadi jika buah-buahan dan sayuran dibiarkan di tempat terbuka? Buah dan sayuran segar jika dibiarkan di tempat terbuka lama kelamaan akan layu dan akhirnya membusuk. Untuk mengatasi masalah ini maka sayuran dan buah dimasukkan dalam lemari es. Suhu rendah dapat menghambat aktivitas mikroba penyebab busuk, sehingga laju reaksi pembusukan pada sayur dan buah dapat



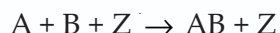
dihambat. Jadi dapat dikatakan suhu lebih tinggi mempercepat reaksi pembusukan pada buah dan sayuran.

### Tugas 4.5

Carilah informasi mengenai faktor-faktor lainnya yang memengaruhi laju reaksi. Buatlah hasilnya dalam bentuk karya tulis. Kemudian, diskusikan hasilnya dengan teman kelompokmu.

#### c. Katalis

Beberapa reaksi berlangsung secara lambat meskipun suhu tinggi dan kontak antara zat yang bereaksi intensif. Dalam kasus seperti ini, zat lain yang tidak terlibat dalam reaksi dapat mempercepat perubahan kimia. Zat lain ini disebut katalis. Katalis umumnya zat padat, tetapi dapat juga berupa zat cair atau gas. Katalis mengubah laju reaksi, tetapi tidak memengaruhi hasil reaksi. Hal ini dapat dituliskan:



Jika zat A direaksikan dengan zat B dengan katalis Z, maka pada akhir reaksi diperoleh produk reaksi AB dan katalis Z. Berbagai katalis dipergunakan untuk mengubah laju bermacam-macam reaksi. Sel-sel hidup mempunyai katalis reaksi yang disebut enzim yang memungkinkan terjadinya reaksi kimia di dalam sel. Enzim hanya dapat bekerja dengan baik pada keadaan tertentu misalnya suhu dan tingkat keasaman tertentu. Contoh enzim amilase yang berada dalam air ludah sebagai katalis dari pereaksi pati yang menghasilkan produk reaksi maltosa.

Ahli kimia sering menggunakan katalis. Kadang-kadang, ditamahnya sedikit saja katalis pada zat-zat yang bereaksi. Misalnya, menggabungkan serbuk nikel yang halus dengan minyak biji kapas agar minyak itu bereaksi dengan hidrogen untuk menghasilkan lemak padat yang dipergunakan sebagai bahan penyusut atau dipergunakan untuk pembuatan sabun. Campuran udara dan belerang dioksida yang melalui katalis serbuk platina akan bereaksi dengan cepat dan menghasilkan belerang trioksida ( $\text{SO}_3$ ).



**Gambar 4.19** Logam nikel dalam bentuk serbuk digunakan sebagai katalis pembuatan sabun.

**Sumber:** Microsoft Enarta, 2006

### Latihan 4.4

1. Jelaskan perbedaan reaksi eksoterm dengan reaksi endoterm itu!
2. Berilah contoh reaksi kimia yang menghasilkan gas dalam kehidupan sehari-hari!
3. Berilah contoh reaksi kimia yang menghasilkan endapan dalam kehidupan sehari-hari!

4. Berilah contoh reaksi kimia yang menghasilkan perubahan warna!
5. Mengapa pada suhu yang lebih besar laju reaksi dari reaksi endoterm lebih besar?
6. Ani dan Made melakukan sebuah percobaan. Ani melarutkan sepotong sabun batangan ke dalam setengah ember air. Made melarutkan sabun cair yang massanya sama dengan sepotong sabun batangan yang dimiliki Ani ke dalam setengah ember air. Mereka mengaduk ember masing-masing dengan pengaduk. Ternyata, sabun cair milik Made lebih cepat larut di dalam air daripada sabun batangan milik Ani. Mengapa demikian?
7. Berikan contoh reaksi kimia yang ada dalam kehidupan sehari-hari yang dipercepat dengan katalis!

## Rangkuman

- Sifat suatu materi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sifat fisika dan sifat kimia.
- Sifat fisika adalah sifat materi yang dapat dilihat secara langsung dengan indra. Sifat fisika suatu materi antara lain wujud zat, kekerasan, kekentalan, kelarutan, titik didih, titik leleh dan warna.
- Sifat kimia suatu materi merupakan sifat yang dihasilkan dari perubahan kimia. Sifat kimia suatu materi antara lain mudah tidaknya suatu materi terbakar, berkarat dan busuk.
- Campuran tersusun atas beberapa unsur atau senyawa secara fisika dengan perbandingan tidak tetap.
- Campuran dapat dipisahkan berdasarkan sifat fisika. Metode pemisahan campuran antara lain filtrasi, sentrifugasi, evaporasi, distilasi, kromatografi dan sublimasi.
- Air perlu diolah sebelum dikonsumsi dan memenuhi persyaratan kualitas dari segi fisika, kimia, dan biologis.
- Cara sederhana untuk menjernihkan air meliputi pengendapan, penyaringan, dan koagulasi.
- Perubahan materi dibedakan menjadi perubahan fisika dan perubahan kimia.
- Perubahan fisika adalah perubahan yang tidak menimbulkan zat yang jenisnya baru sedangkan perubahan kimia adalah perubahan yang menimbulkan zat yang jenisnya baru.
- Peristiwa perubahan fisika dalam kehidupan sehari-hari antara lain perubahan wujud, bentuk, ukuran, volume, bentuk energi, dan karena pelarutan.
- Peristiwa perubahan kimia dalam kehidupan sehari-hari antara lain karena pembakaran, perkaratan dan pembusukan.
- Perubahan fisika dan perubahan kimia bermanfaat dalam industri, misal industri obat-obatan dan plastik.
- Reaksi kimia merupakan peristiwa perubahan kimia dari zat-zat yang bereaksi (*reaktan*) menjadi zat-zat hasil reaksi (*produk*).
- Terjadinya reaksi kimia ditandai dengan timbulnya perubahan warna, terbentuk endapan, terjadi perubahan suhu, dan timbul gas.
- Laju reaksi kimia dipengaruhi oleh ukuran zat, suhu, dan katalis.



## Refleksi

Kamu telah selesai mempelajari materi Perubahan Fisika dan Kimia dalam Bab IV ini. Sebelum melangkah ke Bab V, lakukan evaluasi diri dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini. Jika semua pertanyaan kamu jawab dengan 'ya', silakan melanjutkan pelajaran di Bab V. Namun jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', maka kamu perlu mengulang kembali mempelajari materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada kesulitan atau menemukan hal yang sukar dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

1. Dapatkah kamu menjelaskan sifat fisika dan sifat kimia zat serta menjelaskan perbedaannya?
2. Dapatkah kamu menunjukkan metode atau cara melakukan pemisahan campuran berdasarkan sifat fisika dan kimianya?
3. Bisakah kamu menjelaskan cara/proses pengolahan air kotor menjadi air bersih?
4. Apakah perubahan fisika dan kimia itu? Bisakah kamu menjelaskan pengertian, memberikan contoh, dan mengemukakan perbedaannya?
5. Dapatkah kamu menjelaskan pengertian reaksi kimia serta menunjukkan ciri-ciri dan faktor-faktor yang mempengaruhinya?

## Latih Kemampuan 4

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Zat berikut yang dapat dipisahkan dari zat pengotornya melalui sublimasi adalah ....
  - a. gula pasir
  - b. minyak goreng
  - c. kapur barus
  - d. garam
2. Kaporit digunakan dalam pengolahan air bersih untuk ....
  - a. menghilangkan bau
  - b. menjernihkan air
  - c. membunuh kuman
  - d. menghilangkan rasa
3. Kelemahan pengolahan air dengan cara penyaringan adalah ....
  - a. partikel-partikel tanah yang berukuran besar akan ikut tersaring
  - b. partikel-partikel tanah yang berukuran kecil tidak tersaring
  - c. partikel-partikel tanah yang berukuran besar tidak tersaring
  - d. partikel-partikel tanah yang berukuran kecil akan tersaring
4. Untuk membuat air murni dari air laut dapat dilakukan dengan metode ....
  - a. penguapan
  - b. penyaringan
  - c. sublimasi
  - d. distilasi
5. Pada distilasi terjadi proses ....
  - a. penguapan dan sublimasi
  - b. pengembunan dan sublimasi
  - c. penguapan dan pengembunan
  - d. peleburan dan penguapan
6. Bensin yang dibakar di dalam mesin menyebabkan mobil dapat bergerak. Proses pembakaran bensin di dalam mesin merupakan contoh reaksi ....
  - a. eksoterm
  - b. endoterm
  - c. adisi
  - d. eliminasi
7. Kembang api yang menyala indah termasuk perubahan ....
  - a. fisika
  - b. kimia
  - c. bentuk
  - d. buatan

8. Perubahan yang terjadi ketika makanan masuk ke dalam tubuh diproses dengan cara pembakaran adalah ....
- bahan makanan dan air dibakar menjadi oksigen, karbon dioksida, dan energi
  - bahan makanan dan oksigen dibakar menjadi karbon dioksida, air, dan energi
  - bahan makanan dan karbon dioksida dibakar menjadi oksigen, air, dan energi
  - bahan makanan dan oksigen dibakar menghasilkan energi saja
9. Mentega akan mencair ketika dipanaskan. Peristiwa tersebut termasuk perubahan ....
- fisika
  - kimia
  - alami
  - bentuk
10. Di antara zat-zat berikut ini, yang dapat menyebabkan perkaratan pada besi adalah ....
- air dan karbon dioksida
  - oksigen dan karbon dioksida
  - karbon monoksida dan air
  - air dan oksigen
11. Berikut ini merupakan ciri-ciri terjadinya reaksi kimia, *kecuali* ....
- timbulnya endapan
  - terjadinya perubahan suhu
  - terjadinya perubahan warna
  - selalu menimbulkan gas
12. Dari perubahan materi berikut ini, yang tergolong perubahan kimia adalah ....
- air menguap
  - apel membusuk
  - es mencair
  - lilin yang meleleh
13. Pengaruh ukuran zat terhadap laju reaksi adalah ....
- makin kecil ukuran zat maka laju reaksi makin kecil
  - makin kecil ukuran zat maka laju reaksi makin besar
  - tidak pasti
  - ukuran zat sedikit memengaruhi laju reaksi
14. Pada suhu yang tinggi laju reaksi endoterm lebih cepat karena ....
- atom-atom menjadi bertambah banyak
  - volume zat pereaksi mengembang
  - atom-atom bergetar lebih cepat
  - konsentrasi reaktan bertambah besar
15. Hal-hal yang memengaruhi laju reaksi adalah ....
- ukuran zat dan suhu
  - ukuran zat dan warna zat
  - warna zat dan suhu
  - suhu dan jenis pengaduk

### B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

- Mengapa gula tidak dapat dipisahkan dari larutannya melalui penyaringan?
- Jelaskan pengolahan air laut menjadi air minum!
- Jelaskan proses kimia karena pembakaran yang terjadi di dalam tubuh!
- Menurutmu, apakah warna larutan memengaruhi laju reaksi kimia?
- Jelaskan mengapa zat yang berbentuk serbuk lebih cepat larut dibandingkan zat yang berbentuk bongkahan!

### Wacana Sains

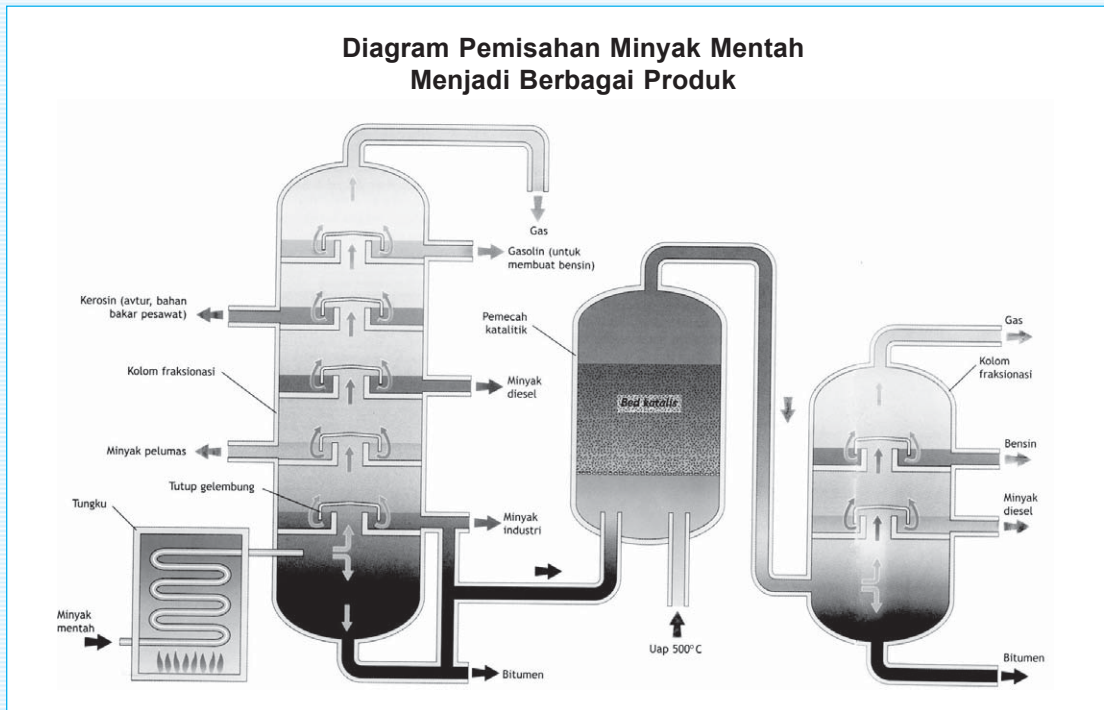
#### Memisahkan Fraksi-Fraksi Minyak Bumi dengan Distilasi Fraksionasi

Minyak bumi adalah hasil penguraian sisa-sisa organisme relik berjuta-juta tahun yang lampau yang tertimbun lapisan-lapisan sedimen. Minyak bumi atau minyak mentah merupakan campuran yang kompleks dari senyawa-senyawa kimia, terutama hidrogen dan karbon. Campuran ini dipisahkan di industri penyulingan untuk

mendapatkan komponen-komponen penyusunnya yang disebut bahan petrokimia atau turunan (*derivatif*) minyak. *Derivatif* utama minyak bumi adalah bahan bakar seperti minyak diesel dan bensin.

Minyak mentah dibawa menuju ke tempat penyulingan minyak melalui saluran pipa atau diangkut dengan menggunakan kapal-kapal tanker. Industri penyulingan melakukan proses distilasi fraksionasi untuk memisahkan komponen-komponen minyak mentah.

### Distilasi Fraksionasi



Distilasi fraksionasi merupakan proses untuk memisahkan petroleum menjadi fraksinya berdasarkan titik didihnya.

Gas hasil penyulingan mengandung propana dan butana yang kemudian dimampatkan menjadi cairan yang disebut LPG (*Liquefied Petroleum Gasses*) atau gas elpiji.

Bensin, kerosin, dan minyak diesel digunakan untuk bahan bakar dikirim ke depo atau tempat penyimpanan. Ter dan sejenis minyak yang lengket lain dipakai dalam ketel uap dan pembangkit listrik.

Tidak semua bahan petrokimia dari minyak mentah menjadi bahan bakar. Residu dari distilasi fraksionasi ini dapat dibentuk minyak pelumas, lilin hidrokarbon atau lilin parafin, dan bitumen atau aspal.

Sumber: *Ensiklopedia Iptek*

## Latihan Semester I

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- Proses membandingkan suatu besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang ditentukan sebagai satuan dinamakan ....
  - satuan
  - pengukuran
  - besaran
  - skala
- Sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan nilai dan satuan adalah ....
  - satuan
  - nilai ukur
  - besaran
  - ukuran
- Salah satu kerugian jika alkohol digunakan sebagai indikator perubahan suhu adalah ....
  - harganya mahal
  - mempunyai titik beku yang tinggi
  - warnanya mengilap
  - membasahi dinding kaca
- Menurut skala termometer Reamur, pada tekanan 1 atmosfer air murni mendidih ketika suhunya mencapai ....
  - 80 °R
  - 100 °R
  - 212 °R
  - 373 °R
- Oksigen mendidih pada suhu  $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Suhu ini sama dengan ... K.
  - 90 K
  - 263 K
  - 395 K
  - 456 K
- Jika suatu senyawa dalam air menghasilkan ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ ). Larutan tersebut bersifat ....
  - asam
  - garam
  - basa
  - netral
- Bahan yang mempunyai nilai  $pH$  lebih dari 7 adalah ....
  - jus jeruk
  - tomat
  - asam cuka
  - pasta gigi
- Lambang unsur perak dan tembaga berturut-turut adalah ....
  - Au dan Cu
  - Ag dan Cu
  - Cu dan Ag
  - Ag dan Zn
- Penulisan lambang unsur kimia yang sekarang dipakai didasarkan pada lambang unsur usulan ....
  - Alkimia
  - Dalton
  - Berzelius
  - Newton
- Sepotong emas yang massa jenisnya  $1.930\text{ kg/m}^3$  mempunyai volume  $5\text{ m}^3$ . Massa emas adalah ....
  - 9.650 kg
  - 1.935 kg
  - 1.930 kg
  - 386 kg
- Salah satu sifat partikel zat padat adalah ....
  - letak partikel-partikelnya sangat berdekatan dan tersusun teratur
  - letak partikelnya sangat berdekatan dan tersusun tidak teratur
  - partikel-partikelnya dapat bergerak bebas
  - gaya tarik-menarik antar partikelnya sangat lemah
- Berikut ini faktor-faktor yang tidak mempengaruhi pemuaian panjang suatu zat, adalah ....
  - kenaikan suhu
  - panjang mula-mula
  - massa zat
  - jenis zat
- Kalor yang diperlukan untuk meleburkan 2 kg es yang mempunyai suhu  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  adalah .... (kalor jenis es  $2.100\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$  dan kalor lebur es  $336.000\text{ J/kg}$ )
  - 42 kJ
  - 67,2 kJ
  - 672 kJ
  - 714 kJ
- Suhu suatu ruangan yang berisi  $100\text{ m}^3$  udara adalah  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Jika suhu ruangan tersebut dinaikkan menjadi  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , maka volume udara dalam ruangan tersebut adalah .... ( $\alpha = 0,00367/^{\circ}\text{C}$ )
  - $102,936\text{ cm}^3$
  - $102,926\text{ cm}^3$
  - $100,936\text{ cm}^3$
  - $100,926\text{ cm}^3$



15. Filtrasi adalah cara pemisahan campuran berdasarkan ....
  - a. perbedaan massa jenis komponen campuran
  - b. perbedaan ukuran partikel komponen campuran
  - c. perbedaan kelarutan komponen campuran
  - d. perbedaan titik didih komponen campuran
16. Proses untuk memisahkan bensin dari minyak mentah adalah ....
  - a. distilasi
  - b. filtrasi
  - c. evaporasi
  - d. sublimasi
17. Berikut cara mencegah proses perkaratan pada besi, *kecuali* ....
  - a. pengecatan
  - b. dimasukkan ke dalam air garam
  - c. melumuri besi dengan oli
  - d. melapisi besi dengan timah
18. Contoh perubahan fisika karena perubahan bentuk adalah ....
  - a. es dipanaskan
  - b. alkohol yang menguap
  - c. kayu dibuat menjadi kursi
  - d. gula dilarutkan
19. Berikut yang bukan termasuk sifat fisika suatu zat adalah ...
  - a. kekentalan
  - b. wujud zat
  - c. kekeruhan
  - d. perkaratan
20. Berikut ini yang termasuk proses perubahan wujud zat yang melepaskan kalor adalah pada saat zat ....
  - a. membeku dan menguap
  - b. membeku dan mengembun
  - c. menguap dan melebur
  - d. melebur dan mengembun

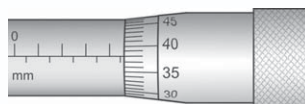
## B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar!

1. Tentukan hasil pengukuran yang ditunjukkan pada skala alat ukur berikut ini!

a.



b.



2. Gambarlah diagram perubahan wujud zat, lengkap dengan nama-nama setiap proses perubahan wujud!
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan asam dan basa!
4. Tentukan lambang dari masing-masing unsur berikut. Kemudian, tentukan apakah termasuk unsur logam atau nonlogam.
  - a. besi
  - b. perak
  - c. klor
  - d. raksa
  - e. oksigen
  - f. nitrogen
5. Jelaskan proses kelarutan garam dapur ( $\text{NaCl}$ ) dalam air!
6. Sebuah tembaga yang berbentuk kubus dengan panjang rusuk 1 cm dipanaskan dari suhu  $25^\circ\text{C}$  sampai  $75^\circ\text{C}$ . Jika koefisien muai panjang tembaga adalah  $0,0000167/^\circ\text{C}$ , tentukan volume kubus tembaga tersebut pada suhu  $75^\circ\text{C}$ !
7. Energi sebesar 189.000 J dilepaskan dari 25 kg balok es yang suhu awalnya  $-10^\circ\text{C}$ . Berapakah suhu akhirnya? ( $c_{\text{es}} = 2.100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ )
8. Jelaskan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi kimia!
9. Jelaskan ciri-ciri perubahan kimia!
10. Apakah kegunaan klorin dalam proses pengolahan air bersih?



# Semester II





# Bab V

## Gerak Lurus



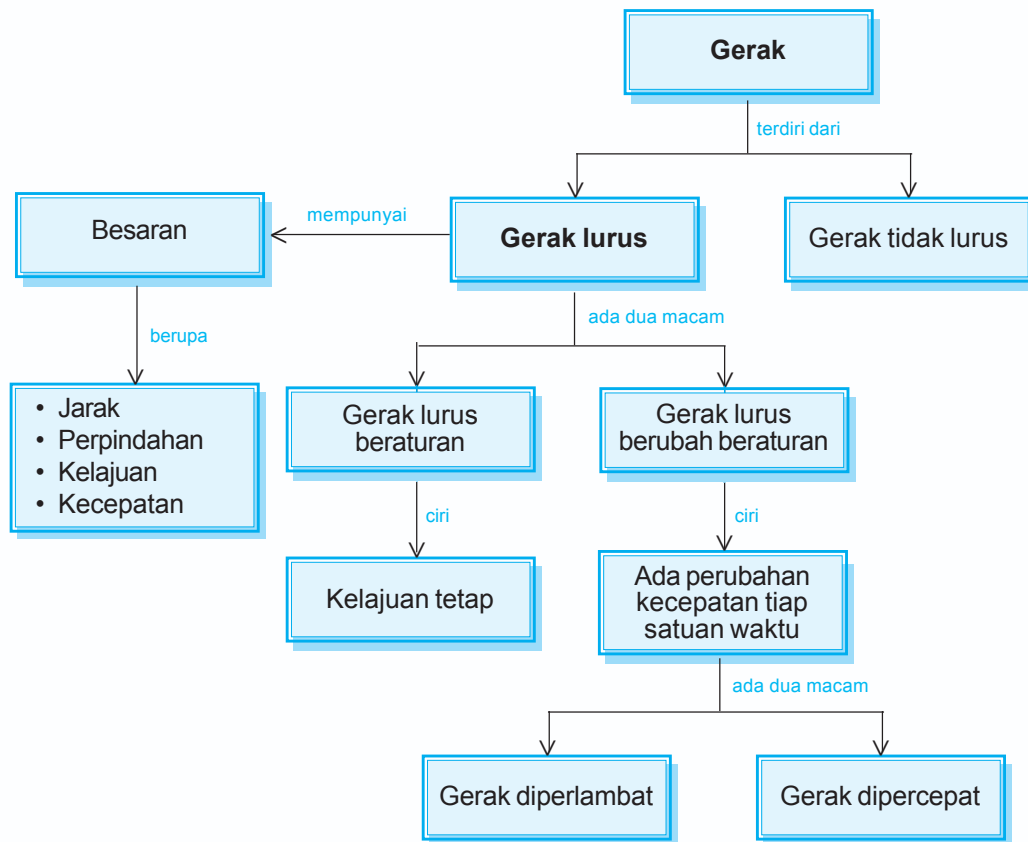
Jika kamu berada di dalam mobil yang sedang berjalan dan memandang sebuah pohon di pinggir jalan, kamu akan melihat seolah-olah pohon tersebut bergerak menjauhimu. Demikian pula sebuah kereta yang berangkat meninggalkan stasiun. Apa sebenarnya gerak itu?

Sebuah mobil yang berjalan terkadang memiliki kecepatan tetap. Tetapi ada kalanya melakukan pengereman atau menambah kecepatannya. Gerak apa saja yang dilakukan mobil tersebut?

Mari kita memahami gejala alam, khususnya gerak melalui pengamatan. Dalam pembelajaran ini, kamu dapat menganalisis data percobaan gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan beserta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.



# Peta Konsep



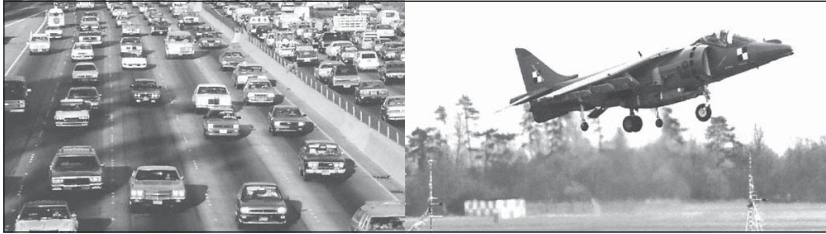
## Kata Kunci

- gerak lurus
- kecepatan
- percepatan



## A. Pengertian Gerak

Perhatikan **Gambar 5.1**! Mobil yang berjalan dan yang pesawat bergerak meninggalkan landasan jelas dapat dikatakan bergerak. Bagaimana dengan penumpang mobil dan penumpang pesawat? Dapatkah mereka dikatakan bergerak? Mari kita pelajari pengertian gerak (khususnya gerak lurus) dan besaran-besaran dalam gerak lurus. Gerak merupakan gejala alam yang banyak diteliti karena bidang penerapannya yang luas.



**Gambar 5.1** Mobil dan pesawat sedang melakukan gerak.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

### 1. Pengertian Gerak Lurus

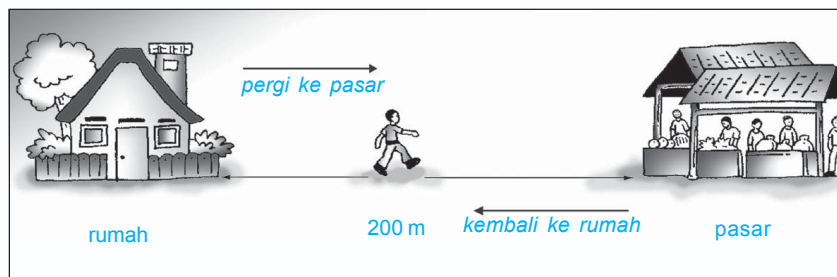
Suatu benda dikatakan bergerak karena mengalami perubahan kedudukan dari titik acuan. Nah, tahukah kamu apakah titik acuan itu? **Titik acuan** adalah suatu titik untuk memulai pengukuran perubahan kedudukan benda. Adapun titik-titik yang dilalui oleh suatu benda ketika bergerak disebut **lintasan**.

Sebenarnya, benda yang "diam" dapat juga dikatakan bergerak. Hal ini bergantung pada titik acuan yang dipakai dan kedudukan benda yang berubah terhadap titik acuannya. Berdasarkan pengertian tersebut, penumpang mobil dan pesawat dapat dikatakan bergerak. Jika kamu memandang mobil sebagai titik acuan, maka penumpang mobil dikatakan diam. Sedangkan jika kamu memandang landasan pesawat sebagai titik acuan, maka penumpang pesawat dikatakan bergerak terhadap landasan.

Nah, apakah kesimpulan yang kamu dapatkan mengenai pengertian gerak? Suatu benda dikatakan **bergerak** terhadap benda lain jika mengalami perubahan kedudukan terhadap benda lain yang dijadikan titik acuan. Sedangkan **gerak lurus** adalah suatu gerak yang mempunyai lintasan lurus. Dapatkah kamu menyebutkan contoh-contoh gerak lurus? Mobil yang berjalan di jalan lurus dan kereta api yang berjalan merupakan contoh gerak lurus.

### 2. Besaran-Besaran dalam Gerak Lurus

Berapakah jarak yang kamu tempuh ketika berangkat sekolah? Berapa kecepatan mobil itu? Gerak dan kecepatan adalah besaran-besaran fisika. Dapatkah kamu menyebutkan besaran-besaran lain yang ada di dalam gerak?



**Gambar 5.2** Perpindahan dari rumah ke pasar, lalu kembali lagi ke rumah.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

### a. Jarak dan Perpindahan

Perhatikan **Gambar 5.2**! Jika seseorang pergi dari rumah ke pasar, kemudian kembali lagi ke rumah. Tahukah kamu berapakah jarak dan perpindahannya?

Besarnya jarak yang ditempuh merupakan jarak dari rumah ke pasar ditambahkan dengan jarak dari pasar ke rumah. Jadi, jarak yang ditempuh adalah  $200 \text{ m} + 200 \text{ m} = 400 \text{ m}$ . Adapun untuk menentukan besarnya perpindahan, kamu perlu memerhatikan arah perpindahannya.

Perpindahan yang ditempuh adalah  $200 \text{ m}$  ke arah pasar ( $+200 \text{ m}$ ) dan  $200 \text{ m}$  ke arah rumah yang letaknya berlawanan dengan arah ke pasar ( $-200 \text{ m}$ ). Jadi, perpindahan yang telah ditempuh adalah  $200 \text{ m} + (-200 \text{ m}) = 0 \text{ m}$ . Hal ini berarti meskipun orang tersebut bergerak, tetapi perpindahan yang dilakukan adalah nol karena kedudukan awal dan akhirnya sama.

Dari pembahasan di atas, dapat kita nyatakan pengertian jarak dan perpindahan sebagai berikut.

**Jarak** adalah panjang lintasan yang ditempuh benda tanpa memerhatikan arah, sedangkan **perpindahan** adalah panjang lintasan yang ditempuh benda dengan memerhatikan arahnya.

### b. Kelajuan dan Kecepatan

Setelah kamu memahami perbedaan antara jarak dan perpindahan, tahukah kamu perbedaan antara kelajuan dan kecepatan? Suatu benda yang bergerak lurus, jarak terhadap posisi awalnya ( $s$ ) terus berubah sesuai dengan selang waktunya ( $t$ ).

Dapat kita nyatakan pengertian kelajuan dan kecepatan sebagai berikut.

**Kelajuan** adalah perubahan jarak terhadap posisi awalnya dalam suatu selang waktu tertentu tanpa memerhatikan arahnya, sedangkan **kecepatan** adalah kelajuan dengan memerhatikan arahnya.



Secara matematis, persamaan kelajuan dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots (5-1)$$

Keterangan:

$v$  = kelajuan (m/s)

$s$  = jarak (m)

$t$  = selang waktu (s)

Tahukah kamu bagaimana grafik benda yang bergerak dengan laju tetap? Benda yang bergerak dengan laju tetap, dapat dinyatakan dalam grafik laju ( $v$ ) terhadap waktu ( $t$ ) dan jarak ( $s$ ) terhadap waktu ( $t$ ), seperti yang ditunjukkan **Gambar 5.3**.

Meskipun satuan kelajuan dalam SI adalah m/s, pada kehidupan sehari-hari sering kamu jumpai satuan kelajuan dalam km/jam. Nah, tahukah kamu bagaimana mengubah satuan m/s ke dalam km/jam atau sebaliknya? Agar kamu lebih memahaminya, mari kita konversikan kedua satuan tersebut.

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ km} = 1.000 \text{ m (meter)} \\ 1 \text{ jam} = 3.600 \text{ s (sekon)} \end{array} \right\} 1 \frac{\text{km}}{\text{jam}} = \frac{1.000 \text{ m}}{3.600 \text{ s}} = \frac{5}{18} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Jadi, dapat kita tuliskan konversi satuan m/s dan km/jam sebagai berikut.

$$1 \text{ km/jam} = \frac{5}{18} \text{ m/s} \quad \text{atau} \quad 1 \text{ m/s} = \frac{18}{5} \text{ km/jam}$$

Dalam kehidupan sehari-hari, sulit untuk mempertahankan gerak suatu benda dalam kelajuan yang tetap. Sebagai contoh, ketika kamu naik sepeda, kamu akan mengurangi kelajuan ketika hendak berhenti atau berbelok dan ketika akan berjalan atau setelah berbelok, kamu akan menambah kelajuan kembali. Hal ini berarti laju suatu benda selalu mengalami perubahan atau **laju kendaraan tidaklah tetap**.

Nah, untuk kasus seperti ini, bagaimanakah menentukan kelajuannya? Untuk laju yang selalu berubah-ubah, kamu perlu menghitung kelajuan rata-rata. **Kelajuan rata-rata** adalah hasil bagi lintasan total yang ditempuh suatu benda dengan selang waktu total yang diperlukan untuk menempuh lintasan tersebut. Secara matematis, kelajuan rata-rata dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$\text{kecepatan rata-rata} = \frac{\text{lintasan yang ditempuh}}{\text{waktu total}}$$

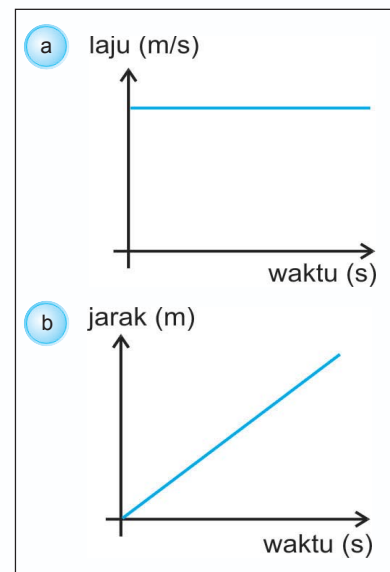
$$\bar{v} = \frac{s_1 + s_2 + s_3 + \dots}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots} \dots\dots\dots (5-2)$$

Keterangan:

$\bar{v}$  = kelajuan rata-rata (m/s)

$s$  = lintasan yang di tempuh benda (m)

$t$  = selang waktu untuk menempuh lintasan (s)



**Gambar 5.3**

- a. Grafik laju ( $v$ ) terhadap waktu ( $t$ ).  
b. Grafik jarak ( $s$ ) terhadap waktu ( $t$ ).

### Contoh

1. Konversikan satuan kelajuan berikut!

a.  $72 \text{ km/jam} = \dots \text{ m/s}$

b.  $50 \text{ m/s} = \dots \text{ km/jam}$

**Jawab:**

a.  $72 \text{ km/jam} = 72 \times \frac{5}{18} \text{ m/s}$   
 $= 20 \text{ m/s}$

b.  $50 \text{ m/s} = 50 \times \frac{18}{5} \text{ km/jam}$   
 $= 180 \text{ km/jam}$

2. Sebuah motor melaju sejauh 6 km dalam waktu 15 menit. Berapakah kelajuan motor tersebut?

**Jawab:**

Diketahui:  $s = 6 \text{ km}$

$$t = 15 \text{ menit} = \frac{15}{60} \text{ jam}$$

$$= \frac{1}{4} \text{ jam}$$

kelajuan ( $v$ ) = .... ?

$$v = \frac{s}{t} = \frac{6 \text{ km}}{\frac{1}{4} \text{ jam}} = 24 \text{ km/jam}$$

3. Sebuah bus melaju di jalan tol yang lurus. Selama 30 menit pertama bus itu menempuh jarak 45 km, 15 menit selanjutnya menempuh jarak 15 km, dan 15 menit selanjutnya menempuh jarak 20 km. Tentukanlah kelajuan rata-rata bus tersebut!

**Jawab:**

Diketahui:  $s_1 = 45 \text{ km}$        $t_1 = 30 \text{ menit}$

$s_2 = 15 \text{ km}$        $t_2 = 15 \text{ menit}$

$s_3 = 20 \text{ km}$        $t_3 = 15 \text{ menit}$

kelajuan rata-rata ( $\bar{v}$ ) = .... ?

$$\begin{aligned}\bar{v} &= \frac{\text{lintasan yang ditempuh benda}}{\text{waktu total}} \\ &= \frac{45 \text{ km} + 15 \text{ km} + 20 \text{ km}}{30 \text{ menit} + 15 \text{ menit} + 15 \text{ menit}} \\ &= \frac{80 \text{ km}}{60 \text{ menit}} \\ &= \frac{80 \text{ km}}{1 \text{ jam}} \\ &= 80 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

4. Irawan berjalan ke arah kanan sejauh 200 m dalam selang waktu 20 sekon. Tentukan kelajuan dan kecepatan yang ditempuh Irawan!

**Jawab:**

$$\begin{aligned}\text{kelajuan Irawan} &= \frac{\text{lintasan yang ditempuh}}{\text{selang waktu}} \\ &= \frac{200 \text{ m}}{20 \text{ s}} \\ &= 10 \text{ m/s}\end{aligned}$$

### Latihan 5.1

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan gerak dan titik acuan!
2. Jelaskan perbedaan antara:
  - a. jarak dengan perpindahan
  - b. kelajuan dengan kecepatan
3. Yudi berangkat ke sekolah pukul 06.30 dengan naik sepeda. Jarak rumah Yudi dengan sekolah 3 km. Sekolah Yudi dimulai pukul 07.00. Agar Yudi tidak terlambat tiba di sekolah, berapakah kecepatan minimum yang harus dikayuh Yudi?
4. Kecepatan sebuah mobil di jalan tol yang lurus adalah sebagai berikut.
  - a. 5 menit pertama, kecepatannya 10 m/s
  - b. 20 menit kedua, kecepatannya 20 m/s
  - c. 5 menit ketiga, kecepatannya 15 m/s.Berapakah kelajuan rata-rata mobil tersebut?
5. Sebuah mobil menempuh jarak 90 km selama 1 jam 12 menit. Berapakah jarak yang ditempuh apabila kendaraan tersebut hanya berjalan selama 32 menit?



## B. Gerak Lurus Beraturan

Pernahkah kamu memerhatikan kereta api yang bergerak di atas relnya? Apakah lintasannya berbelok-belok? **Gambar 5.4.** memperlihatkan bahwa lintasan kereta api adalah garis lurus. Karena kereta api bergerak pada lintasan yang lurus, maka kereta api mengalami gerak lurus. Jika masinis kereta api menjalankan kereta api dengan kelajuan tetap, maka untuk selang waktu yang sama, kereta api akan menempuh jarak yang sama.

Nah, gerak yang dialami oleh kereta api tersebut dinamakan gerak lurus beraturan.

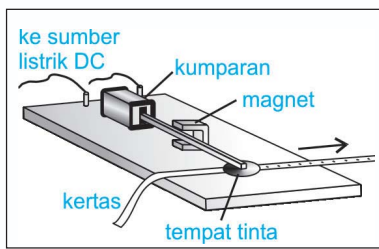
**Gerak lurus beraturan (GLB)** adalah gerak suatu benda pada lintasan yang lurus di mana pada setiap selang waktu yang sama, benda tersebut menempuh jarak yang sama (gerak suatu benda pada lintasan yang lurus dengan kelajuan tetap).



**Gambar 5.4** Lintasan kereta api (rel) berupa garis lurus.

**Sumber:** Dokumen Penerbit





Gambar 5.5 Ticker timer

Di dalam laboratorium, alat yang digunakan untuk menyelidiki gerak lurus beraturan adalah **ticker timer**. Alat ini mempunyai sebuah plat baja yang dapat bergetar 50 kali setiap sekonya. Setiap kali bergetar plat baja ini akan membuat sebuah tanda titik hitam pada kertas pita yang ditarik oleh benda yang akan diamati geraknya.

Nah, agar kamu lebih memahami gerak lurus beraturan, mari menyelidiki gerak lurus beraturan melalui kegiatan berikut!

## Kegiatan 5.1

### Gerak Lurus Beraturan

#### Tujuan:

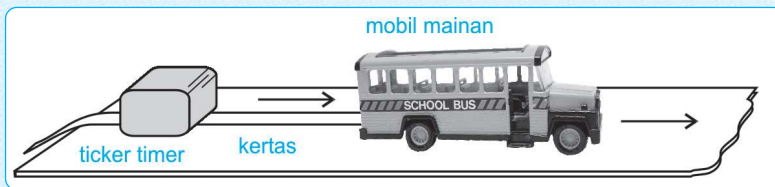
Mengamati gerak lurus beraturan.

#### Alat dan bahan:

Sebuah landasan yang rata, sebuah mobil mainan elektronik, pewaktu ketik (*ticker timer*) dan pitanya, sebuah gunting, serta kertas polos.

#### Prosedur kerja:

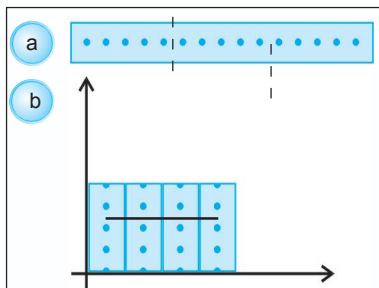
1. Buatlah landasan yang lurus agar mobil mainan dapat bergerak lurus. Letakkan *ticker timer* di ujung landasan. Kemudian, hubungkan mobil mainan dengan pita *ticker timer*. Perhatikan gambar.



2. Jalankan mobil mainan sehingga mobil mainan tersebut bergerak dengan kelajuan tetap.
3. Amatilah jarak antara dua titik yang berdekatan.
4. Hitunglah titik hitam pada pita *ticker timer*. Berilah tanda setiap jarak 5 ketik.
5. Guntinglah pita *ticker timer* setiap jarak 5 ketik, kemudian tempelkan pada kertas polos.

#### Diskusikan pertanyaan berikut untuk memperoleh kesimpulan!

1. Apakah jarak antara dua titik hitam yang berdekatan sama?
2. Apakah panjang guntingan pita yang berjarak setiap lima titik hitam sama?
3. Gambarkanlah bentuk grafik yang kamu dapatkan dari kegiatan ini. Bagaimana bentuk grafiknya?
4. Kesimpulan apa yang kamu dapatkan dari kegiatan ini?



Gambar 5.6

- a. Pola titik-titik hitam yang terbentuk jika benda bergerak lurus beraturan.
- b. Diagram batang diperoleh dari beberapa potong pita dalam jarak 5 ketik.

Dari hasil **Kegiatan 5.1**, dapat kamu amati hasil-hasil sebagai berikut.

- a. Jarak antara dua titik hitam yang berdekatan selalu sama.
- b. Panjang tiap potong pita ketik setiap lima titik hitam selalu sama.

Hal ini menunjukkan bahwa benda yang menarik pita, bergerak dengan kecepatan tetap. Pengertian kecepatan tetap pada percobaan ini adalah kelajuan dan arah gerak benda tetap. Pola titik-titik hitam yang terbentuk pada pita *ticker timer* oleh benda yang bergerak lurus beraturan pada **Kegiatan 5.1** ditunjukkan pada **Gambar 5.6**.



Jadi, jelaslah bahwa pengertian gerak lurus beraturan adalah gerak suatu benda yang menempuh lintasan lurus dengan kecepatan tetap. Dari pengertian ini, dapatkah kamu membuat grafik jarak terhadap waktu untuk gerak lurus beraturan?

Misalnya, sebuah mobil bergerak lurus beraturan dengan kecepatan 15 m/s. Ini berarti dalam setiap sekon, mobil tersebut menempuh jarak yang sama, yaitu 15 m. Sehingga kamu dapat membuat tabel seperti pada **Tabel 5.1**.

**Tabel 5.1** Tabel jarak terhadap waktu untuk mobil yang bergerak dengan kecepatan tetap 15 m/s.

Waktu (sekon)	0	1	2	3	4	5	6	7
Jarak (meter)	0	15	30	45	60	75	90	105

Dari **Tabel 5.1** kamu dapat membuat grafik jarak terhadap waktu untuk gerak lurus beraturan seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5.7**.

Nah, bagaimanakah bentuk kemiringan grafik jarak terhadap waktu pada gerak lurus beraturan yang mempunyai kelajuan lebih besar? Misalnya, ada mobil lain yang bergerak dengan kecepatan 25 m/s. Hal ini berarti mobil tersebut menempuh jarak sebesar 25 m setiap sekonnya. Dari pengertian ini kita dapat membuat tabel hubungan jarak terhadap waktu, seperti pada **Tabel 5.2**.

**Tabel 5.2** Tabel jarak terhadap waktu untuk mobil yang bergerak dengan kecepatan tetap 25 m/s.

Waktu (sekon)	0	1	2	3	4	5	6	7
Jarak (meter)	0	25	50	75	100	125	150	175

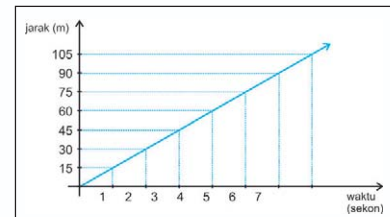
Sekarang, cobalah kamu buat grafik jarak terhadap waktu untuk gerak lurus beraturan dari **Tabel 5.2**! Kemudian, bandingkan grafik gerak lurus beraturan kecepatan 15 m/s dengan kecepatan 25 m/s seperti pada **Gambar 5.8**. Dapat kita simpulkan bahwa semakin besar kemiringan grafik jarak terhadap waktu, semakin besar pula kecepatannya.

Hubungan antara kecepatan rata-rata ( $\bar{v}$ ), perpindahan  $\Delta s$ , dan selang waktu  $\Delta t$  dapat dituliskan sebagai berikut.

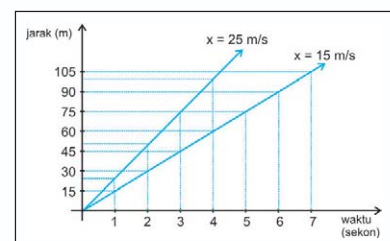
$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \dots (5-3)$$

Oleh karena kecepatan dalam gerak lurus beraturan adalah konstan, maka kecepatan rata-rata sama dengan kecepatan sesaat  $v$ . Jadi persamaan di atas dapat dituliskan menjadi sebagai berikut.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{atau} \quad \Delta s = v \cdot \Delta t$$



**Gambar 5.7** Grafik jarak terhadap waktu untuk benda yang bergerak lurus beraturan dengan kecepatan tetap 15 m/s.



**Gambar 5.8** Grafik jarak terhadap waktu untuk benda yang bergerak lurus beraturan dengan kecepatan tetap 15 m/s dan kecepatan tetap 25 m/s.

Untuk kedudukan awal  $s_o$  ketika  $t_o = 0$  maka:

$$\Delta s = s - s_o \text{ dan } \Delta t = t - t_o, \Delta t = t - 0 = t$$

Jadi,  $\Delta s = v \cdot t \quad \dots (5-4)$

$$s - s_o = v \cdot t$$

$$s = s_o + v \cdot t \quad \dots (5-5)$$

## Latihan 5.2

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan gerak lurus beraturan!
2. Apakah fungsi *ticker timer*?
3. Jelaskan langkah-langkah membuat grafik jarak terhadap waktu untuk gerak lurus beraturan!
3. Jelaskan hubungan antara kemiringan grafik dan kecepatan pada gerak lurus beraturan!
4. Mungkinkah sebuah mobil bergerak lurus beraturan di jalan perkotaan dalam waktu lama? Jelaskan!



## C. Gerak Lurus Berubah Beraturan

Pernahkah kamu memerhatikan mobil berjalan yang akan berhenti atau sedang mulai berjalan? Bagaimanakah kecepatannya? Tentu kecepatannya tidak selalu tetap atau mengalami perubahan. Gerak mobil tersebut merupakan contoh gerak lurus berubah beraturan. Sebelum kamu mempelajari gerak lurus berubah beraturan, kamu perlu memahami dulu pengertian percepatan. Tahukah kamu apa itu percepatan?

### 1. Percepatan

Sebuah mobil yang baru mulai berjalan kecepatannya semakin lama semakin besar. Sedangkan mobil yang akan berhenti pasti melakukan pengereman sehingga semakin lambat (kecepatannya semakin kecil).

**Percepatan** didefinisikan sebagai perubahan kecepatan tiap waktu. Perubahan kecepatan adalah selisih antara kecepatan akhir dan kecepatan awal. Secara matematis, persamaan percepatan dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} \quad \dots (5-6)$$

Keterangan:

$a$  = percepatan ( $\text{m/s}^2$ )

$v_0$  = kecepatan mula-mula ( $\text{m/s}$ )

$v_t$  = kecepatan akhir ( $\text{m/s}$ )

$t$  = waktu ( $\text{s}$ )

Persamaan (5-6) dapat juga dituliskan sebagai berikut.

$$v_t = v_0 + at \quad \dots (5-7)$$

Jika benda memulai gerakan dari kedudukan awal  $s_0$  pada saat  $t = 0$  dan kedudukannya adalah  $s$  pada saat  $t$ , maka perpindahan

$$\Delta s = s - s_0$$

$$\Delta s = \bar{v} t \quad \dots (5-8)$$

$\bar{v}$  = kecepatan rata-rata

Kecepatan rata-rata adalah nilai tengah dari kecepatan awal  $v_0$  dan kecepatan akhir  $v_t$ .

$$\bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)$$

Jika  $\bar{v}$  disubstitusikan ke persamaan (5 - 8) diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \Delta s &= \frac{1}{2}(v_0 + v_t) t \\ &= \frac{1}{2}(v_0 + (v_0 + at)) t \\ &= \frac{1}{2}(2 v_0 + at)t \text{ atau} \end{aligned}$$

$$\Delta s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2}at^2 \quad \dots (5-9)$$

Jika persamaan (5-9) disubstitusikan pada  $\Delta s = s - s_0$  maka diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} at^2 \quad \dots (5-10)$$

### Contoh

1. Tiga buah pesawat (A, B, dan C) mula-mula bergerak dengan kecepatan yang sama 20 m/s. Setelah 1 sekon pesawat A bergerak dengan kecepatan 30 m/s, pesawat B bergerak dengan kecepatan 50 m/s, dan pesawat C bergerak dengan kecepatan 40 m/s. Tentukanlah besar percepatan masing-masing pesawat!

**Jawab:**

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } v_0 &= 20 \text{ m/s} & v_A &= 30 \text{ m/s} \\ v_B &= 50 \text{ m/s} & v_C &= 40 \text{ m/s} \\ \Delta t &= 1 \text{ s} \end{aligned}$$

$$a_A = \dots ?$$

$$a_B = \dots ?$$

$$a_C = \dots ?$$

Percepatan pesawat A:

$$a_A = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_A - v_0}{\Delta t} = \frac{30 - 20}{1} = 10 \text{ m/s}^2$$

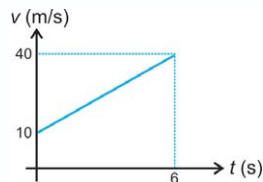
Percepatan pesawat B:

$$a_B = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_B - v_0}{\Delta t} = \frac{50 - 20}{1} = 30 \text{ m/s}^2$$

Percepatan pesawat C:

$$a_C = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_C - v_0}{\Delta t} = \frac{40 - 20}{1} = 20 \text{ m/s}^2$$

2. Perhatikan grafik di bawah! Tentukan besar percepatan dan jarak yang ditempuh!



**Jawab:**

Diketahui:  $v_0 = 10 \text{ m/s}$

$v_t = 40 \text{ m/s}$

$s = \dots?$

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{40 - 10}{6} = 5 \text{ m/s}^2$$

$$s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = 10 \text{ m/s} \cdot 6 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot 5 \text{ m/s}^2 \cdot (6 \text{ s})^2 = 150 \text{ m}$$

## 2. Gerak Lurus Berubah Beraturan

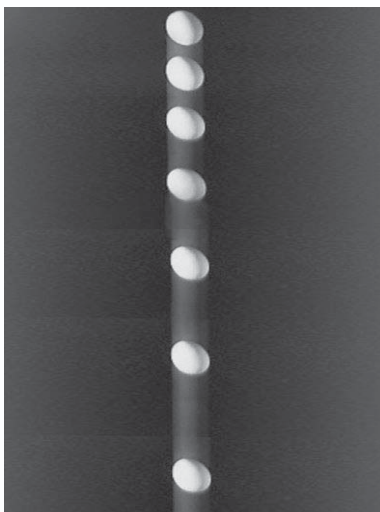
Setelah kamu memahami definisi percepatan, tahukah kamu apakah gerak lurus berubah beraturan itu? Perhatikan **Gambar 5.9**! Sebuah bola dijatuhkan dari suatu ketinggian. Kamu dapat mengamati bahwa jarak antara dua kedudukan bola yang berdekatan bertambah secara tetap. Hal ini berarti bola yang dijatuhkan mengalami perubahan kecepatan yang sama setiap sekonnya.

Dari contoh tersebut, kamu dapat mendefinisikan bahwa gerak lurus berubah beraturan.

**Gerak lurus berubah beraturan (GLBB)** adalah gerak suatu benda yang menempuh lintasan lurus dan mengalami perubahan kecepatan yang sama setiap sekonnya atau mengalami percepatan yang sama.

Gerak lurus suatu benda yang perubahan kecepatannya selalu bertambah disebut **gerak lurus dipercepat**. Sedangkan gerak suatu benda yang perubahan kecepatannya selalu berkurang disebut **gerak lurus diperlambat**.

Nah, agar kamu lebih memahami gerak lurus dipercepat, lakukanlah kegiatan berikut!



**Gambar 5.9** Gerak bola yang dijatuhkan merupakan contoh gerak lurus berubah beraturan.

**Sumber:** Dokumen Penerbit



## Kegiatan 5.2

### Gerak Lurus Berubah Beraturan Dipercepat

#### Tujuan:

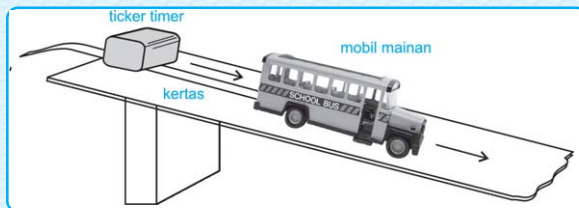
Mengamati gerak lurus berubah beraturan dipercepat.

#### Alat dan bahan:

Sebuah landasan yang rata, sebuah mobil mainan elektronik, beberapa buah buku tebal, pewaktu ketik (*ticker timer*) dan pitanya, sebuah gunting, serta kertas polos.

#### Prosedur kerja:

1. Buatlah landasan yang miring dengan menaikkan salah satu ujung landasan. Letakkan *ticker timer* di ujung landasan tersebut. Kemudian, hubungkan mobil mainan dengan pita *ticker timer*.



2. Lepaskan mobil mainan dari ujung landasan yang sudah dinaikkan sehingga mobil mainan tersebut bergerak dipercepat.
3. Amatilah jarak antara dua titik yang berdekatan pada kertas *ticker timer*.
4. Hitunglah titik hitam pada pita *ticker timer*. Berilah tanda setiap jarak 5 ketik.
5. Guntinglah pita *ticker timer* setiap jarak 5 ketik, kemudian tempelkan pada kertas polos.

#### Diskusikan pertanyaan berikut untuk memperoleh kesimpulan!

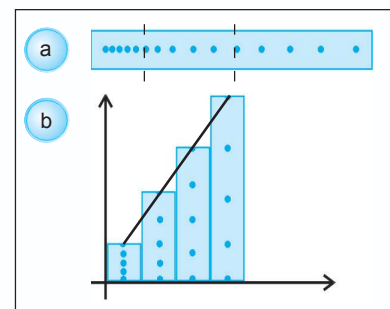
1. Apakah jarak antara dua titik hitam yang berdekatan sama?
2. Apakah panjang guntingan pita yang berjarak setiap lima titik hitam sama?
3. Gambarkanlah bentuk grafik yang kamu dapatkan dari kegiatan ini. Bagaimana bentuk grafiknya?
4. Kesimpulan apa yang kamu dapatkan dari kegiatan ini?

Dari hasil **Kegiatan 5.2**, dapat kamu amati hasil-hasil sebagai berikut.

1. Jarak antara dua titik hitam yang berdekatan pada gerak lurus berubah beraturan dipercepat bertambah secara tetap.
2. Tinggi tiap potong pita ketik setiap lima titik hitam bertambah secara tetap.

Hal ini menunjukkan bahwa benda yang menarik pita dengan percepatan yang tetap, geraknya dinamakan gerak lurus berubah beraturan dipercepat. Pola titik-titik hitam yang terbentuk pada pita *ticker timer* oleh benda yang bergerak lurus berubah beraturan ditunjukkan pada **Gambar 5.10**.

Bagaimanakah gerak lurus berubah beraturan diperlambat itu? Agar kamu lebih memahaminya, mari kita lakukan kegiatan berikut ini!



**Gambar 5.10**

- a. Pola titik-titik hitam yang terbentuk jika benda bergerak lurus berubah beraturan dipercepat.
- b. Diagram batang yang diperoleh dari beberapa potong pita dalam jarak 5 ketik.

### Kegiatan 5.3

#### Gerak Lurus Berubah Beraturan Diperlambat

##### Tujuan:

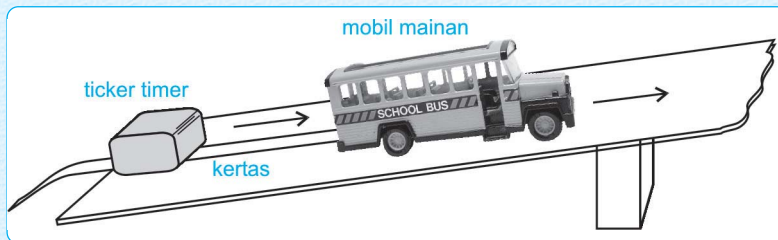
Mengamati gerak lurus berubah beraturan diperlambat.

##### Alat dan bahan:

Sediakanlah sebuah landasan yang rata, sebuah mobil mainan elektronik, beberapa buah buku tebal, pewaktu ketik (*ticker timer*) dan pitanya, sebuah gunting, serta kertas polos.

##### Prosedur kerja:

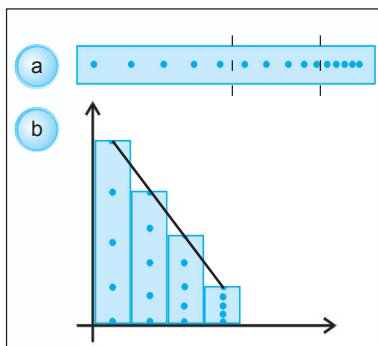
1. Buatlah landasan yang miring dengan menaikkan salah satu ujung landasan. Letakkan *ticker timer* di ujung landasan tersebut. Kemudian, hubungkan mobil mainan dengan pita *ticker timer*. Perhatikan gambar berikut.



2. Lepaskan mobil mainan dari ujung landasan yang lebih rendah sehingga mobil mainan tersebut bergerak diperlambat.
3. Amatilah jarak antara dua titik yang berdekatan pada pita *ticker timer*.
4. Hitunglah titik hitam pada pita *ticker timer*. Berilah tanda setiap jarak 5 ketik.
5. Guntinglah pita *ticker timer* setiap jarak 5 ketik, kemudian tempelkan pada kertas polos.

##### Diskusikan pertanyaan berikut untuk mendapatkan kesimpulan!

1. Apakah jarak antara dua titik hitam yang berdekatan sama?
2. Apakah panjang guntingan pita yang berjarak setiap lima titik hitam sama?
3. Gambarkanlah bentuk grafik yang kamu dapatkan dari kegiatan ini. Bagaimana bentuk grafiknya?
4. Kesimpulan apa yang kamu dapatkan dari kegiatan ini?



Gambar 5.11

- a. Pola titik-titik hitam yang terbentuk jika benda bergerak lurus berubah beraturan diperlambat.
- b. Diagram batang yang diperoleh dari beberapa potong pita dalam jarak 5 ketik.

Dari hasil **Kegiatan 5.3**, dapat kamu amati hasil-hasil sebagai berikut.

1. Jarak antara dua titik hitam yang berdekatan pada gerak lurus berubah beraturan diperlambat berkurang secara tetap.
2. Tinggi tiap potong pita ketik setiap lima titik hitam berkurang secara tetap.

Hal ini menunjukkan bahwa benda mengalami gerak lurus berubah beraturan diperlambat. Pola titik-titik hitam yang terbentuk pada pita *ticker timer* oleh benda yang bergerak lurus beraturan ditunjukkan pada **Gambar 5.11**.

Tahukah kamu contoh aplikasi gerak lurus berubah beraturan dalam kehidupan sehari-hari? Berikut ini adalah beberapa contoh gerak lurus berubah beraturan yang sering kamu jumpai dalam kehidupan sehari-hari.



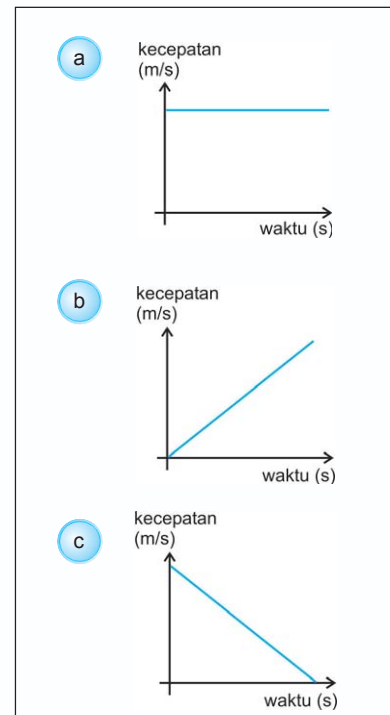
1. Mobil yang bergerak dipercepat dengan menekan pedal gas atau mobil yang bergerak diperlambat dengan menekan pedal rem.
2. Gerak benda yang dijatuhkan. Misalnya, buah mangga yang jatuh dari tangkainya.
3. Gerak batu yang dilempar ke atas sehingga kecepatan batu berkurang secara bertahap.

Tahukah kamu bagaimana bentuk grafik kecepatan terhadap waktu untuk gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan? Perhatikan **Gambar 5.12**.

Benda yang bergerak lurus beraturan selalu memiliki kecepatan tetap sehingga grafik  $v-t$  untuk gerak lurus beraturan adalah mendatar, seperti yang ditunjukkan **Gambar 5.12 (a)**.

Untuk benda yang bergerak lurus berubah beraturan selalu memiliki percepatan tetap. Jika percepatan searah dengan kecepatan, kecepatan benda akan bertambah secara tetap sehingga bentuk grafik  $v-t$  pada gerak lurus berubah beraturan dipercepat miring ke atas, seperti ditunjukkan pada **Gambar 5.12 (b)**. Semakin miring garisnya, semakin besar percepatan benda tersebut.

Jika percepatan berlawanan arah dengan kecepatan, kecepatan benda akan berkurang secara tetap sehingga bentuk grafik  $v-t$  pada gerak lurus berubah beraturan diperlambat miring ke bawah, seperti ditunjukkan pada **Gambar 5.12 (c)**. Semakin miring garisnya, semakin besar perlambatan benda tersebut.



**Gambar 5.12** Grafik kecepatan terhadap waktu untuk:

- a. gerak lurus beraturan
- b. gerak lurus berubah beraturan dipercepat
- c. gerak lurus berubah beraturan diperlambat

### Tugas 5.1

Carilah contoh gerak lurus berubah beraturan lainnya! Diskusikanlah dengan teman sekelompokmu, kemudian bacakan hasilnya di depan kelas!

### Latihan 5.3

1. Apakah perbedaan antara gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan?
2. Apakah perbedaan antara gerak lurus berubah beraturan dipercepat dan gerak lurus berubah beraturan diperlambat?
3. Sebuah mobil bergerak di jalan yang lurus dari keadaan diam sampai mencapai kelajuan  $36 \text{ m/s}$  dalam waktu  $6 \text{ s}$ . Tentukan percepatan mobil tersebut!
4. Sebuah motor melaju pada jalan lurus dengan kecepatan  $50 \text{ km/jam}$ . Tiba-tiba pengendara melihat ada orang yang menyeberang jalan sehingga dia mengerem. Setelah  $5 \text{ sekon}$  sejak pengereman dilakukan, kecepatan motor menjadi  $14 \text{ km/jam}$ . Tentukan percepatan mobil dalam  $\text{m/s}^2$ !
5. Berilah contoh kejadian pada kehidupan sehari-hari yang menggambarkan gerak lurus:
  - a. dipercepat
  - b. diperlambat

## Rangkuman

- Gerak lurus adalah suatu gerak yang mempunyai lintasan lurus. Besaran-besaran dalam gerak lurus antara lain jarak, perpindahan, kelajuan, dan kecepatan.
  - Jarak adalah panjang lintasan yang ditempuh benda tanpa memerhatikan arah.
  - Perpindahan adalah panjang lintasan yang ditempuh benda dengan memerhatikan arahnya.
  - Kelajuan adalah perubahan jarak terhadap posisi awalnya dalam suatu selang waktu tertentu tanpa memerhatikan arahnya
  - Kecepatan adalah kelajuan dengan memerhatikan arahnya.
- Kelajuan rata-rata adalah hasil bagi lintasan total yang ditempuh suatu benda dengan selang waktu total yang diperlukan untuk menempuh lintasan tersebut.

$$\text{kecepatan rata-rata} = \frac{\text{lintasan yang ditempuh}}{\text{waktu total}}$$

- Gerak lurus beraturan (GLB) adalah gerak suatu benda pada lintasan yang lurus di mana pada setiap selang waktu yang sama, benda tersebut menempuh jarak yang sama (gerak suatu benda pada lintasan yang lurus dengan kelajuan tetap).
- Pada gerak lurus beraturan, perpindahan ( $s$ ) benda dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$s = s_0 + v \cdot t$$

- Gerak lurus berubah beraturan (GLBB) adalah gerak suatu benda yang menempuh lintasan lurus dan mengalami perubahan kecepatan yang sama setiap sekonnya atau mengalami percepatan yang sama.
- Percepatan didefinisikan sebagai perubahan kecepatan tiap waktu. Perubahan kecepatan adalah selisih antara kecepatan akhir dan kecepatan awal.

$$a = \frac{v_t - v_0}{t}$$

- Pada gerak lurus berubah beraturan, perpindahan ( $s$ ) benda dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} at^2$$



## Refleksi

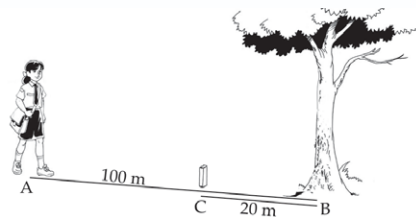
Kamu telah selesai mempelajari materi Gerak Lurus dalam bab ini. Sebelum melangkah ke bab berikutnya, lakukan evaluasi diri dengan menjawab pertanyaan di bawah ini. Jika semua pertanyaan kamu jawab dengan 'ya', maka lanjutkan mempelajari bab berikutnya. Jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', berarti kamu perlu mempelajari lagi materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada kesulitan atau menemukan hal-hal yang sukar dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

1. Dapatkah kamu menjelaskan bilamana suatu benda dikatakan bergerak dan bergerak lurus?
2. Dapatkah kamu menunjukkan besaran-besaran dalam gerak?
3. Apakah kamu sudah dapat membuat grafik yang menghubungkan antara jarak, waktu, dan kecepatan?
4. Dapatkah kamu menjelaskan gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan? Apa saja perbedaannya?
5. Apakah kamu dapat menganalisis data yang didapat dari percobaan gerak sehingga mengetahui perbedaan antara gerak lurus beraturan, gerak lurus berubah beraturan dipercepat, dan gerak lurus berubah beraturan diperlambat?

## Latih Kemampuan 5

### I. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

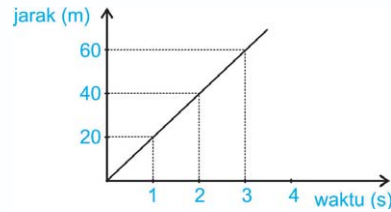
1. Suatu benda dikatakan bergerak jika ....
  - a. jarak benda itu tidak berubah terhadap benda lain
  - b. kedudukan benda itu jauh terhadap benda lain
  - c. kedudukan benda itu berimpit dengan benda lain
  - d. kedudukan benda itu berubah terhadap titik acuan
2. Doni naik mobil yang sedang bergerak lurus. Pernyataan yang benar adalah ....
  - a. Doni bergerak terhadap mobil
  - b. Doni tidak bergerak terhadap rumah di pinggir jalan
  - c. Doni bergerak terhadap pohon di pinggir jalan
  - d. mobil tidak bergerak terhadap pohon di pinggir jalan
3. Sebuah mobil bergerak dengan kelajuan 108 km/jam. Kelajuan tersebut sama dengan ....
  - a. 30 m/s
  - b. 45 m/s
  - c. 60 m/s
  - d. 75 m/s
4. Perhatikan gambar di bawah ini!



Ana berjalan lurus dari A ke B sejauh 100 m kemudian berbalik arah dan berjalan lurus dari B ke C sejauh 20 m. Jarak dan perpindahan Ana selama ia bergerak adalah ....

- 120 m dan 80 m
  - 100 m dan 80 m
  - 120 m dan 20 m
  - 100 m dan 20 m
5. Arni berangkat ke sekolah naik sepeda dengan kecepatan 5 m/s. Jarak rumah Arni dengan sekolah 12 km. Sekolah dimulai pukul 07.00. Agar tiba di sekolah 15 menit sebelum dimulai, Arni harus berangkat dari rumah pukul ....
- 06.20
  - 06.10
  - 06.05
  - 06.00
6. Sebuah motor bergerak dengan kecepatan sebagai berikut. Selama 2 sekon pertama kecepatannya 5 m/s, 5 sekon berikutnya berhenti, dan 3 sekon berikutnya kecepatan motor menjadi 2 m/s. Kecepatan rata-rata motor tersebut selama kurun waktu di atas adalah ... m/s.
- 1,6
  - 3,2
  - 3,33
  - 5
7. Sebuah sepeda motor menempuh jarak 20 km dalam waktu 15 menit. Kecepatan rata-rata sepeda motor tersebut adalah ....
- 100 km/jam
  - 80 km/jam
  - 70 km/jam
  - 60 km/jam
8. Berikut ini adalah contoh gerak benda.
- (1) bola jatuh bebas
  - (2) bola menggelinding di atas pasir
  - (3) bola menuruni bidang miring
  - (4) bola dilempar vertikal ke atas
- Gerak di atas yang termasuk gerak lurus berubah beraturan dipercepat adalah ....
- (1) dan (2)
  - (2) dan (3)
  - (1) dan (3)
  - (2) dan (4)

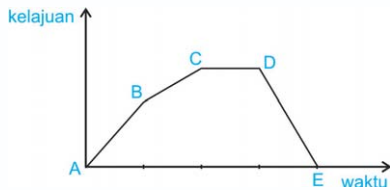
9. Perhatikan grafik berikut!



Berdasarkan grafik di atas, kelajuan benda adalah ....

- 10 m/s
  - 20 m/s
  - 30 m/s
  - 40 m/s
10. Jarak kota A ke kota B adalah 110 km. Pak Anton berangkat dari kota A pukul 08.00 menuju kota B menggunakan motor dengan kecepatan rata-rata 40 km/jam. Pak Anton tiba di kota B pukul ....
- 10.15
  - 10.30
  - 10.45
  - 11.00
11. Pernyataan yang benar untuk GLBB adalah ....
- kecepatan benda tetap
  - kecepatan benda bertambah
  - kecepatan benda berubah-ubah
  - kecepatan benda berubah secara teratur
12. Gerak batu yang dilempar vertikal ke atas dan akhirnya jatuh ke tanah adalah ....
- GLB kemudian berubah menjadi GLBB
  - GLBB diperlambat kemudian berubah menjadi GLBB dipercepat
  - GLBB kemudian berubah menjadi GLB
  - GLB
13. Ciri benda yang bergerak lurus beraturan adalah ....
- jaraknya selalu tetap
  - jarak yang ditempuh selalu tetap dalam selang waktu yang berbeda
  - kelajuannya berubah secara beraturan
  - jaraknya berubah secara beraturan

14. Perhatikan grafik kelajuan - waktu dari sebuah sepeda motor berikut ini.



Dari bagian grafik yang menunjukkan sepeda motor bergerak dengan kelajuan tetap adalah ....

- |       |       |
|-------|-------|
| a. AB | c. CD |
| b. BC | d. DE |

15. Berikut ini beberapa kecepatan sebuah mobil.

- (1) 20 m/s
- (2) 40 m/s
- (3) 36 km/jam
- (4) 72 km/jam

Apabila dibuat grafik jarak terhadap waktu maka yang memiliki kemiringan terkecil adalah ....

- |        |        |
|--------|--------|
| a. (1) | c. (2) |
| b. (3) | d. (4) |

## II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan tepat!

1. Anwar mengendarai sepeda motor dari kota A menuju ke kota D yang mempunyai jarak 160 km. Dalam perjalanan, Anwar berhenti di kota B dan kota C. Jarak kota A dan kota B adalah 60 km, ditempuh dalam waktu 1 jam. Jarak kota B dan kota C adalah 30 km, ditempuh dalam waktu 45 menit. Jarak kota C dengan kota D adalah 70 km, ditempuh dalam waktu 1 jam 15 menit. Berapakah kecepatan rata-rata sepeda motor Anwar?
2. Sebuah bus berangkat dari Solo pada pukul 08.30 dan tiba di Jakarta pukul 20.30. Jika jarak Solo – Jakarta 500 km, tentukan kelajuan rata-rata bus tersebut!
3. Gambarkan grafik  $v - t$  dari gerak lurus berubah beraturan dipercepat dan gerak lurus berubah beraturan diperlambat!
4. Tentukan kelajuan rata-rata dalam m/s dari situasi berikut ini!
  - a. Sebuah mobil yang menempuh jarak 500 m dalam waktu 25 sekon.
  - b. Seorang pelari yang berlari sejauh 3.550 m dalam waktu 9 menit.
5. Tentukanlah kelajuan sebuah sepeda yang menempuh jarak 200 m dalam waktu 40 menit dalam km/jam!



### Untung, Ada Eskalator



Ikut ayah-ibu ke mal memang asyik. Bila malnya bertingkat kamu bisa melihat berbagai hal di tiap lantainya. Asyiknya, walaupun memasuki banyak toko di tiap lantainya kita tidak kecapaian. Mengapa? Sebab, untuk mempermudah orang-orang yang datang dan berbelanja, disediakan tangga berjalan atau eskalator. Dengan begitu, kita tak usah capek-capek naik-turun.

Ini semua berkat jasa Charles Seeberger. Pada sekitar tahun 1900, ia merancang 'nenek moyang'-nya eskalator modern. Ia menamainya *escalator* yang merupakan kombinasi dari *elevator* yang berarti pengangkat dan *scala* yang dalam bahasa Latin berarti tangga. Tapi, ada juga yang menyebutnya tangga berjalan, tangga ajaib.

Eskalator terbuat dari dua mesin sederhana, roda dan as roda, serta permukaan miring yang disebut bidang miring. Bidang miring mempermudah kita memindahkan benda dari satu tingkat ke tingkat lainnya. Eskalator adalah bidang miring. Tapi, anak tangganya juga bergerak. Jadi, jalan dari lantai bawah ke atas atau dari atas ke bawah dengan menggunakan eskalator menjadi sangat mudah. Bagaimana ia bisa bergerak? Kunci cara kerja eskalator adalah sepasang rantai yang mengelilingi dua pasang roda gir. Sepasang di lantai atas, sepasang di lantai bawah. Lalu, ada sebuah motor listrik yang memutar gir atas. Nah, gir inilah yang kemudian memutar rantai.

Jika kamu perhatikan, eskalator bergerak dengan kecepatan tetap. Bila kamu melangkah ke sebuah eskalator, anak-anak tangganya seperti muncul dari dasar lantai. Anak tangga itu membawamu ke atas, lalu hilang lagi. Kemana anak tangga itu pergi? Anak tangga itu sebenarnya bagian dari ban besar yang memutar di antara dua gir. Anak tangga itu pada posisi tegak saat kau berdiri di atasnya. Tapi, mereka menjadi rebah dan rata ketika memutar roda. Yang penting kamu ketahui, pada setiap anak tangga itu ada roda kecil sehingga ia bisa menggelinding di jalurnya. Tentu saja kalian tak bisa melihat roda-roda ini karena berada di bagian bawah eskalator. Roda-roda ini menempel pada sebuah motor yang memutarnya pada kecepatan tertentu. Selama motornya berjalan, anak-anak tangganya terus berjalan dan berputar dari atas ke bawah. Bolak-balik seharian.

#### Tahukah Kamu?

Kecepatan eskalator bervariasi mulai dari 27 meter per menit hingga 55 meter per menit. Sebuah eskalator yang bergerak 44 meter per menit bisa membawa lebih dari 10.000 orang per jamnya. Jauh lebih banyak ketimbang lift standar.

Sumber: <http://www.republika.co.id/>

# Bab VI

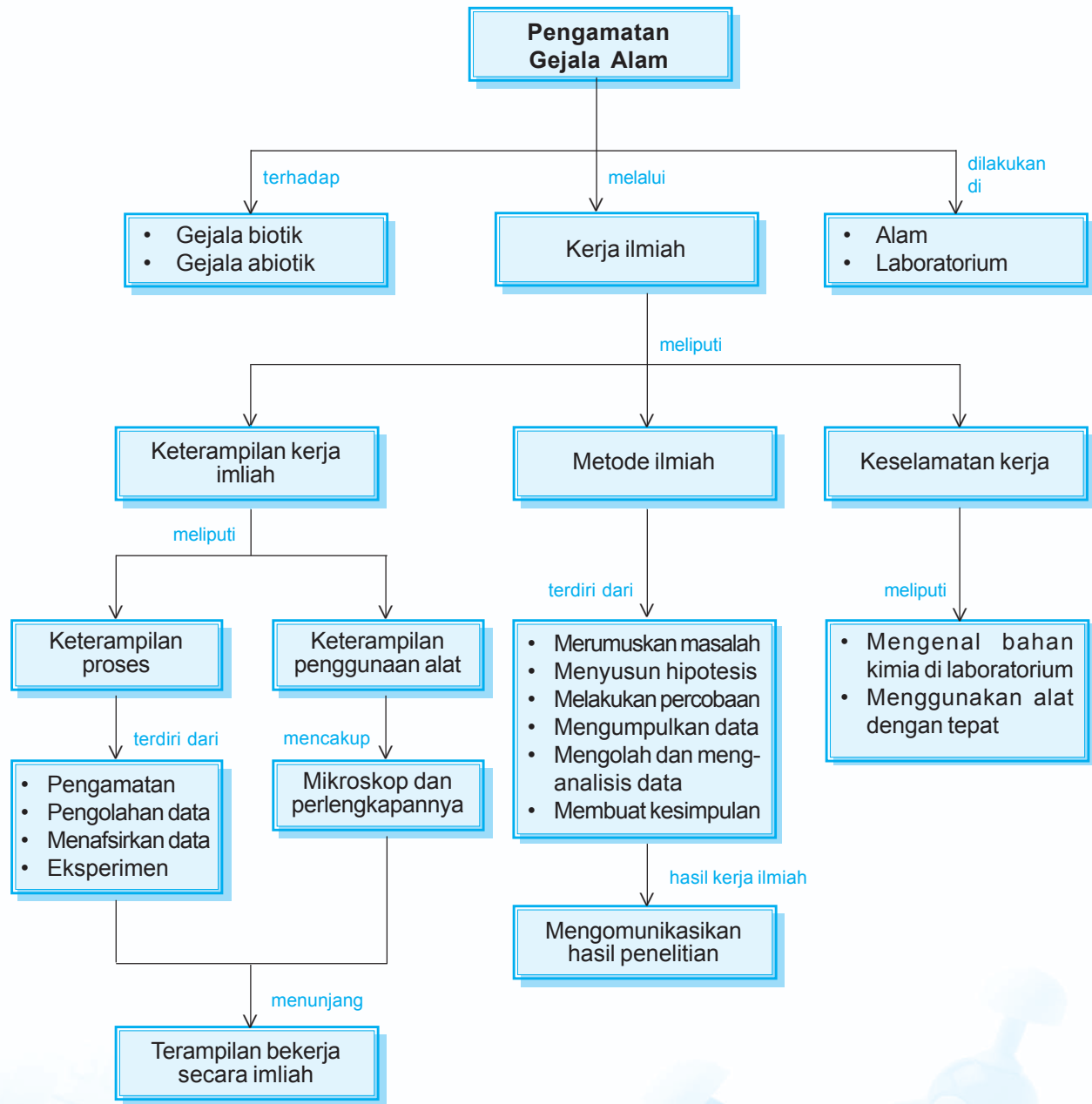
## Gejala Alam dan Kerja Ilmiah



Tahukah kamu bahwa ilmu pengetahuan/sains telah berkembang sejak manusia awal perkembangan sejarah manusia? Pengetahuan ilmiah semakin maju sejak manusia mengenal metode ilmiah untuk menjawab berbagai pertanyaan dan permasalahan. Apakah yang disebut metode ilmiah? Bagaimanakah cara memperoleh dan menganalisis data yang diperoleh dari kegiatan ilmiah?

Pada bab ini kamu akan mempelajari metode pengamatan objek untuk mengamati gejala alam biotik dan abiotik dalam kerja ilmiah, cara penggunaan mikroskop dan peralatan pendukung, serta menerapkan keselamatan kerja dalam kerja ilmiah.

# Peta Konsep



## Kata Kunci

- biotik
- abiotik
- eksperimen
- observasi
- data
- keselamatan kerja
- mikroskop
- preparat



Sains yang kamu pelajari saat ini berkembang dari rasa ingin tahu manusia dalam merespons gejala-gejala alam. Tuhan mengkaruniaai manusia naluri dan kemampuan berpikir. Dengan kemampuan berpikirnya, manusia selalu berusaha mengetahui segala sesuatu yang ada di sekitarnya. Pengetahuan yang diperoleh dapat dikomunikasikan dengan orang lain dan keturunannya. Pengetahuan-pengetahuan itu akhirnya terkumpul membentuk suatu disiplin ilmu. Selain itu pengetahuan juga berkembang karena manusia ingin hidup lebih baik dan terpenuhi semua kebutuhannya. Pengetahuan yang dituangkan atau diwujudkan menjadi alat, prosedur, atau metode menghasilkan teknologi. Jadi teknologi berkembang dari ilmu pengetahuan yang diaplikasikan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup manusia.

Nah, sebagai pelajar, kamulah yang akan mewarisi dan mengembangkan ilmu pengetahuan. Kamu tentu tahu bahwa Sains/Ilmu Pengetahuan Alam berkembang melalui pengamatan dan penelitian gejala alam biotik dan abiotik. Pengamatan dan penelitian itu harus dilakukan secara ilmiah, dengan langkah-langkah sistematis, sehingga hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya.

## A Mengamati Gejala Alam Biotik dan Abiotik

Di bumi, manusia tidak hidup sendiri, melainkan hidup berdampingan dan saling berinteraksi dengan lingkungan. Bila kamu cermati, lingkungan dapat berupa makhluk hidup (lingkungan biotik) maupun berupa makhluk tak hidup (lingkungan abiotik). Tentu dengan mudah kamu dapat membedakan antara komponen biotik dan abiotik di sekitarmu. Batu dan kerikil yang berserakan di halaman rumah merupakan komponen abiotik, sedangkan kupu-kupu, burung, dan bunga mawar merupakan komponen biotik. Dengan demikian, berdasarkan objeknya, gejala alam dapat dibedakan menjadi dua yaitu gejala alam biotik dan gejala alam abiotik. Gejala alam dapat berupa gejala kejadian dan gejala kebendaan. Gejala alam kejadian merupakan peristiwa-peristiwa yang terjadi di alam seperti terjadinya hujan, kebakaran, perkaratan, pengendapan, ke-lahiran, metamorfosis, pernapasan, dan sebagainya. Sedangkan gejala alam kebendaan menunjukkan benda-benda yang ada di alam seperti tanah liat, besi, kapur, burung, siput, pohon mangga, dan sebagainya.

Di alam ini, banyak gejala abiotik yang menyebabkan timbulnya gejala abiotik baru, demikian juga banyak pula gejala alam biotik yang menyebabkan timbulnya gejala biotik baru. Contohnya gejala alam panas matahari menyebabkan air menguap, uap air di udara berkumpul membentuk awan, ketika awan telah jenuh, akan turun menjadi hujan. Selain itu ada pula gejala alam abiotik yang mempengaruhi gejala alam biotik atau



**Gambar 6.1** Manusia hidup berdampingan dan berinteraksi dengan lingkungan, baik lingkungan biotik maupun abiotik.

**Sumber:** [www.bigfoto.com](http://www.bigfoto.com)



sebaliknya. Contohnya fotosintesis merupakan gejala biotik yang dipengaruhi oleh gejala alam abiotik seperti intensitas sinar matahari dan suhu. Gejala abiotik pelapukan batuan yang ditumbuhi lumut disebabkan oleh gejala biotik pertumbuhan lumut tersebut.

## 1. Gejala Alam Biotik

Gejala alam biotik meliputi hal-hal yang berkaitan dengan makhluk hidup, misalnya metamorfosis serangga, fotosintesis, penyerbukan, pertumbuhan makhluk hidup, dan lain-lain. Gejala alam biotik hanya dimiliki atau dapat dilakukan oleh makhluk hidup, sehingga merupakan ciri-ciri makhluk hidup. Di Bab 7 kamu akan mempelajari ciri-ciri makhluk hidup secara mendalam. Contoh gejala alam biotik antara lain sebagai berikut.



**Gambar 6.2** Gejala alam biotik meliputi makhluk hidup beserta segala aktivitasnya.

**Sumber:** [www.bigfoto.com](http://www.bigfoto.com)

### a. Tumbuh dan berkembang

Semua makhluk hidup menunjukkan gejala pertumbuhan dan perkembangan. Biji jagung yang kamu semai di tempat yang sesuai akan berkecambah, lalu seiring dengan waktu akan tumbuh menjadi besar dan berkembang membentuk daun, akar, bunga, dan menghasilkan buah. Lain halnya dengan batu, tembok, meja, dan gelas, meskipun kamu letakkan selama bertahun-tahun, bentuknya akan tetap seperti itu. Kemampuan unik untuk tumbuh dan berkembang hanya dimiliki oleh objek biotik (makhluk hidup) saja.

### b. Gerak

Semua makhluk hidup menunjukkan kemampuan untuk bergerak. Kebanyakan hewan mampu bergerak dengan aktif. Tumbuhan juga melakukan gerak, meskipun geraknya terbatas. Ikan yang kamu masukkan ke dalam akuarium tentu tak akan diam di tempat, melainkan bergerak aktif kian kemari. Tumbuhan yang kamu letakkan di tempat gelap, akan bergerak dalam bentuk pertumbuhan ke arah datangnya sinar. Berbeda dengan baju yang kamu letakkan di almari, tidak akan dapat berpindah tempat kecuali ada yang memindahkan. Meskipun kemampuan gerak merupakan ciri khas objek biotik, beberapa objek abiotik juga menunjukkan kemampuan gerak. Angin bergerak karena adanya perbedaan tekanan. Air bergerak karena adanya perbedaan ketinggian. Kipas angin berputar ketika diberi arus listrik. Lalu apa bedanya dengan gerak yang dilakukan makhluk hidup? Coba, diskusikan dengan teman sekelasmu untuk membahas masalah ini.

### c. Bernapas

Semua makhluk hidup menunjukkan gejala bernapas, yaitu mengambil oksigen dari udara dan melepaskan karbon dioksida. Oksigen diperlukan untuk membakar zat makanan agar diperoleh energi. Dengan energi ini makhluk hidup dapat tumbuh, berkembang, dan melakukan aktivitasnya.

**d. Bertambah banyak karena mampu berkembang biak**

Makhluk hidup mampu berkembang biak. Sepasang merpati jika kamu pelihara dengan baik, setelah beberapa tahun akan berkembang biak, bertelur, lalu menetas sehingga jumlahnya bertambah banyak. Berbeda dengan buku dan pensil yang kamu miliki, dari tahun ke tahun tidak akan berkembang biak meskipun kamu merawatnya dengan baik.

**e. Peka terhadap rangsang**

Gejala biotik lain yang dimiliki oleh makhluk hidup adalah peka terhadap rangsang. Contoh, tubuhmu akan berkeringat saat udara panas. Kucing kesayanganmu bila kamu panggil namanya akan datang menghampiri. Daun putri malu bila kamu sentuh akan segera mengatup.

Rangsangan dapat berasal dari dalam tubuh maupun dari luar tubuh. Manusia dan hewan mengenali adanya rangsang melalui indera. Manusia mempunyai lima indera yang masing-masing peka terhadap jenis rangsang tertentu. Dapatkah kamu menyebutkan panca indera yang dimiliki manusia beserta jenis rangsang yang diterimanya?

Tumbuhan tidak mempunyai indera, tetapi juga peka terhadap rangsang. Mengatupnya daun putri malu ketika disentuh seperti pada contoh di atas merupakan salah satu bukti. Sifat seperti ini hanya dimiliki oleh makhluk hidup.

## **2. Gejala Alam Abiotik**

Gejala alam abiotik berkaitan dengan sifat fisik dan kimia di luar makhluk hidup, contohnya hujan, pelapukan, erosi, ledakan, dan sebagainya. Beberapa karakteristik atau sifat gejala alam abiotik antara lain sebagai berikut.

**a. Wujud**

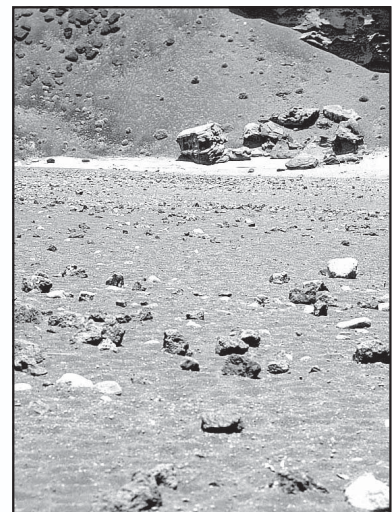
Benda abiotik dapat dibedakan wujudnya, yaitu ada yang berwujud padat, cair, dan gas. Ketika mendefinisikan wujud, kamu harus menyebutkan suhunya karena wujud zat dipengaruhi oleh suhu. Misalnya air berwujud padat pada suhu 0°C, pada suhu kamar berwujud cair, dan bila dipanaskan dapat berubah wujud menjadi gas. Perubahan wujud merupakan contoh gejala alam kejadian pada objek abiotik.

**b. Bentuk**

Semua benda abiotik mempunyai bentuk yang dapat kamu gunakan sebagai cara mengenali benda tersebut. Kertas, pensil, tas, dan buku mempunyai bentuk yang berbeda sehingga dengan mudah kamu membedakan satu dengan lainnya.

**c. Warna**

Gejala alam abiotik dapat diamati karakteristik warnanya, misalnya tanah ada yang berwarna merah, coklat, hitam, dan putih.



**Gambar 6.3** Lingkungan abiotik berupa benda-benda mati dan peristiwa-peristiwa yang melibatkannya.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

**d. Ukuran**

Benda abiotik mempunyai ukuran yang dapat diukur, diamati dan dibandingkan dengan benda lain. Ukuran benda abiotik dapat berupa ukuran panjang, berat, suhu, berat jenis, dan sebagainya seperti yang telah kamu pelajari di Bab I.

**e. Bau**

Gejala alam abiotik dapat dicirikan berdasarkan baunya. Dari baunya kamu bisa mengenal zat belerang, ammonia, tawas, atau yang lain. Meskipun bau merupakan salah satu cara mengenal suatu bahan, namun tidak semua bahan aman untuk dihirup uap/baunya guna mengetahui jenis bahan itu.

**f. Rasa**

Beberapa benda abiotik dapat diketahui berdasarkan rasanya. Contohnya gula rasanya manis, cuka berasa asam, sedangkan garam rasanya asin. Namun demikian karakteristik ini hanya terbatas pada benda yang sudah dikenal atau diyakini aman untuk dicoba.

**g. Tekstur**

Tekstur merupakan halus kasarnya permukaan suatu benda. Karakteristik benda abiotik dapat dikenali dari teksturnya. Tanpa membuka mata, tentu kamu dapat membedakan antara pasir dan tepung dari teksturnya.

### 3. Melakukan Pengamatan Gejala Alam

Kapan dan di mana kamu bisa melakukan pengamatan gejala alam? Karena gejala alam ada di lingkungan sekitarmu, tentu kamu dapat melakukan di mana saja dan kapan saja. Namun demikian ada pula pengamatan yang harus dilakukan di tempat khusus. Berdasarkan lokasinya, pengamatan gejala alam biotik dan abiotik dibedakan menjadi pengamatan di alam maupun di dalam laboratorium. Agar pengamatanmu menghasilkan data yang benar dan dapat dipercaya, kamu harus menggunakan alat/bahan dan prosedur kerja yang tepat. Metode pengamatan yang terencana dan sistematis untuk mengamati gejala alam dituangkan dalam metode ilmiah. Selain itu, kamu juga harus membekali diri dengan keterampilan kerja ilmiah agar pengamatanmu berjalan lancar. Baik pengamatan di alam maupun di laboratorium, kamu harus selalu memperhatikan keselamatan kerja. Keterampilan kerja ilmiah, metode ilmiah, dan keselamatan kerja akan kamu pelajari di subbab selanjutnya.

Beberapa peralatan yang digunakan untuk mengamati gejala alam biotik atau abiotik antara lain sebagai berikut.

**a. Teropong/binokuler**

Dengan menggunakan teropong, kamu dapat melihat dengan jelas benda-benda yang letaknya jauh. Hal ini sangat berguna ketika mengamati sesuatu yang tidak memungkinkan untuk melakukannya dari dekat, contohnya mengamati burung yang hinggap di pohon, binatang buas,



**Gambar 6.4** Binokuler bermanfaat untuk mengamati objek yang jauh saat melakukan pengamatan di alam.

**Sumber:** Microsoft Student

gunung meletus, antenna parabola di puncak menara, dan sebagainya.

**b. Kamera**

Kamera bermanfaat untuk mengambil gambar objek-objek yang tidak memungkinkan dibawa ke laboratorium untuk dikaji lebih mendalam atau untuk mengabadikan kegiatan maupun hasil kegiatan yang kamu lakukan. Misalnya untuk mengambil gambar batuan di sungai yang besar, pagar berkarat, hewan/tumbuhan langka atau bagian-bagiannya yang ada di kawasan konservasi, pembedahan katak, serangga, dan sebagainya.

**c. Berbagai alat ukur**

Ketika mengamati objek biotik maupun abiotik, kamu perlu mendeskripsikan ukurannya seperti panjang, luas, volume, berat, dan sebagainya. Untuk itu kamu harus menggunakan alat ukur yang tepat. Misalnya rol meter cocok untuk mengukur lebar lapangan, penggaris sesuai untuk mengukur panjang buku, sedangkan mengukur diameter sekrup lebih tepat menggunakan jangka sorong atau micrometer. Untuk mengukur volume, dapat digunakan labu ukur atau gelas ukur. Untuk mengukur berat digunakan timbangan atau neraca. Untuk mengukur suhu benda maupun lingkungan digunakan termometer. Sedangkan untuk mengukur waktu dapat digunakan stopwatch. Coba kamu ulang kembali cara melakukan pengukuran di Bab 1.

**d. Lup**

Lup merupakan sebuah lensa cembung yang berguna untuk mengamati benda-benda kecil agar tampak lebih besar, misalnya untuk mengamati permukaan batu apung, lumut kerak, tubuh serangga, dan sebagainya.

**e. Mikroskop**

Mikroskop berguna untuk mengamati benda-benda renik seperti bakteri, irisan penampang melintang daun, permukaan kristal garam dapur, dan sebagainya. Untuk menggunakan mikroskop, kamu dituntut memiliki pengetahuan dan keterampilan yang cukup. Di subbab selanjutnya kamu akan mempelajari teknik penggunaan mikroskop dan cara menyiapkan objek.

**f. pH meter**

Untuk mengetahui derajat keasaman suatu objek atau lingkungan di sekitar objek, dapat digunakan pH meter. Ada berbagai macam pH meter seperti yang telah kamu pelajari di Bab 2.

**g. Kompas**

Jarum kompas selalu menunjuk ke arah utara – selatan medan magnet bumi. Oleh karena itu kompas cukup berguna sebagai penunjuk arah ketika melakukan pengamatan di alam. Selain kompas, saat ini tersedia teknologi penentu lokasi



**Gambar 6.5** Kamera bermanfaat untuk mengabadikan kegiatan dan hasil pengamatan.

*Sumber:* [www.dpreview.com](http://www.dpreview.com)



yang menggunakan satelit sehingga lebih akurat, yaitu GPS (Global Positioning System). Selain tersedia dalam sebuah alat, teknologi GPS juga telah diadopsi dalam handphone.

#### h. Barometer dan Altimeter

Barometer merupakan alat untuk mengukur tekanan udara. Biasanya pada barometer sekaligus terdapat altimeter, yaitu alat untuk menentukan ketinggian tempat dari permukaan air laut. Namun demikian ada juga barometer dan altimeter yang terpisah. Barometer dan altimeter terutama berguna ketika melakukan pengamatan objek di alam.

Sebagai latihan, lakukan kegiatan berikut untuk mempelajari cara mengamati objek biotik dan abiotik di alam.

### Kegiatan 6.1

#### Mengamati objek biotik dan abiotik di lingkungan rumah dan sekolah.

##### Tujuan:

Mengetahui objek biotik dan abiotik di lingkungan rumah dan sekolah

##### Alat dan Bahan:

1. Pensil
2. Kertas atau buku kerja

##### Prosedur Kerja:

1. Pergilah ke lingkungan rumahmu. Amatilah objek-objek yang dapat kamu temukan di sana.
2. Catatlah nama objek tersebut, lalu kelompokkan mana yang termasuk objek biotik dan mana objek abiotik. Masukkan hasil kerjamu ke dalam tabel seperti contoh di bawah ini. Buatlah tabel di buku kerjamu.

**Tabel 6.1** Objek biotik dan abiotik di lingkungan rumah.

No.	Nama Objek	Objek Biotik	Objek Abiotik
1.	Kerikil		✓
2.	Pasir		✓
3.	Semut	✓	
4.	Rumput teki	✓	
5.	Pot		✓
	Dan seterusnya.		

3. Lakukan kegiatan seperti di atas di taman sekolah atau lingkungan di sekitar sekolah.

##### Pertanyaan:

1. Bagaimanakah ciri umum dari semua objek biotik yang kamu temukan?
2. Bagaimana pula ciri umum objek abiotik yang kamu temukan?

3. Samakah komponen objek biotik dan abiotik yang kamu temukan di sekitar rumah dan di lingkungan sekolah?
4. Adakah kaitan antara objek biotik dengan objek abiotik yang menempati suatu lingkungan?

### Latihan 6.1

1. Jelaskan perbedaan gejala kejadian dan gejala kebendaan!
2. Sebutkan karakteristik yang dapat mencirikan objek alam abiotik!
3. Peralatan apakah yang harus kamu bawa untuk melakukan pengamatan batuan di daerah pegunungan?
4. Ketika sedang mengadakan pengamatan di lingkungan rumah, kamu menemukan buah mangga yang jatuh dari pohonnya. Apakah buah mangga itu kamu anggap sebagai objek biotik? Ataukah sebagai objek abiotik? Kemukakan alasanmu!
5. Apa saja yang perlu kamu catat ketika melakukan pengamatan tumbuhan kantong semar di habitat aslinya di daerah pegunungan?



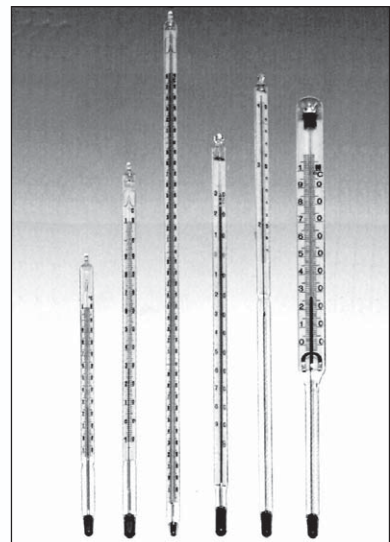
## B Keterampilan Kerja Ilmiah

Dalam kerja ilmiah, suatu permasalahan dipecahkan dengan serangkaian kegiatan yang berurutan. Setiap langkah dilakukan dengan tekun, cermat, disiplin, teliti, ulet, jujur, terbuka, dan selalu ingin tahu. Dengan kata lain kamu harus mengembangkan *sikap ilmiah*. Kerja ilmiah yang dilandasi sikap ilmiah akan menghasilkan kebenaran ilmiah. Hasilnya dapat berupa fakta, konsep, prinsip, prosedur, teori, dan hukum.

Oleh karena itu kamu harus belajar keterampilan kerja ilmiah. Keterampilan ini meliputi keterampilan proses dan keterampilan penggunaan alat kerja. Keterampilan proses merupakan kecakapan dalam setiap tahapan atau langkah kerja ilmiah, misalnya terampil melakukan observasi, mengolah data, menafsirkan data, dan melakukan eksperimen. Terampil menggunakan alat misalnya dapat menggunakan voltmeter, mengencerkan larutan, menggunakan mikroskop, dan membuat preparat dengan baik dan benar. Keterampilan kerja ilmiah kamu perlukan untuk mengamati gejala alam biotik maupun abiotik.

### 1. Pengamatan/Observasi

Keterampilan dasar yang harus kamu miliki adalah kemampuan mengamati atau observasi. Pengamatan dapat dilakukan dengan memanfaatkan semua alat indra, yaitu melihat, mendengar, mengecap, meraba, dan membau. Namun demikian alat indera manusia mempunyai keterbatasan, sehingga pengamatan sering dibantu dengan alat bantu seperti penggaris, timbangan, mikroskop, termometer, voltmeter, pHmeter, dan sebagainya.



**Gambar 6.6** Alat bantu sering digunakan untuk meningkatkan ketelitian dalam pengamatan.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

## Tokoh Sains

### Yohanes Surya



Yohanes Surya (lahir di Jakarta, 6 November 1963; umur 44 tahun) adalah seorang fisikawan, pendidik, dan peneliti Indonesia. Ia terkenal atas usahanya mendidik murid-murid berprestasi dari sekolah-sekolah menengah di seluruh penjuru Indonesia, untuk berlomba di Olimpiade Fisika Internasional. Yohanes juga menjadi kepala pusat penelitian nanoteknologi dan bioteknologi di *The Mochtar Riady Center for Nanotechnology and Bioengineering* yang dibuka Desember 2004 di Karawaci, Tangerang.

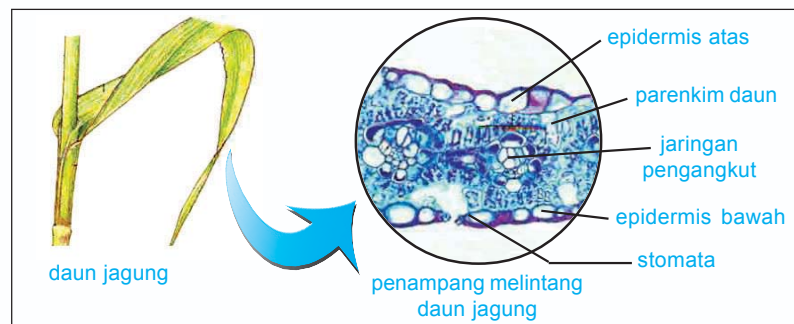
Sumber: [id.wikipedia.org](http://id.wikipedia.org)

Hasil pengamatan dengan indra menghasilkan data yang bersifat *kualitatif*. Data kualitatif tidak dapat diukur dengan angka dan bersifat subjektif (tergantung pengamat), misalnya bunga berwarna merah, rasanya manis, permukaannya halus, dan suara yang merdu. Sedangkan pengamatan dengan alat ukur menghasilkan *data kuantitatif*. Kamu telah belajar cara menggunakan berbagai alat ukur di bab 1. Bila kamu menggunakan alat ukur dengan benar, maka data yang dihasilkan bersifat objektif, tidak tergantung siapa yang mengamati. Contoh data kuantitatif adalah panjang daun 15 cm, suhu air 79°C, berat garam dapur 20 gram, dan kadar gulanya 10%.

## 2. Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari pengamatan harus dapat dikomunikasikan dengan orang lain, agar kebenarannya dapat diuji. Data berupa angka-angka yang disajikan secara langsung cenderung kurang menarik dan sukar ditafsirkan. Oleh karena itu data dapat disajikan dalam berbagai bentuk. Contoh cara penyajian data hasil pengamatan adalah sebagai berikut.

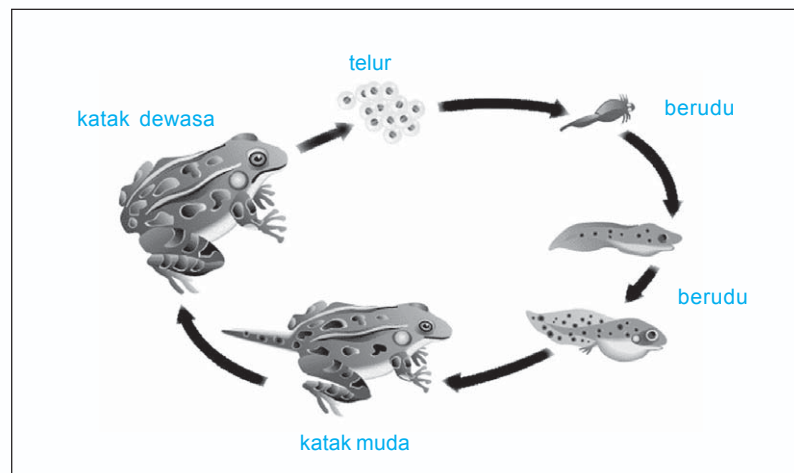
- Gambar, data yang disajikan dengan gambar misalnya bentuk daun, bentuk kristal, diagram penampang daun, dan sebagainya.



**Gambar 6.7** Data berupa gambar organ daun.

Sumber: [iel.ipb.ac.id](http://iel.ipb.ac.id)

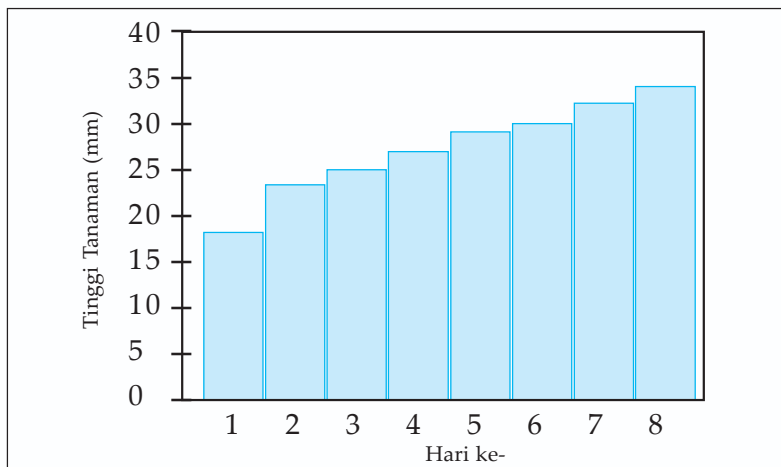
- Bagan, misalnya metamorfosis katak.



**Gambar 6.8** Metamorfosis pada katak.



- c. Diagram, dapat berupa diagram lingkaran atau diagram batang.



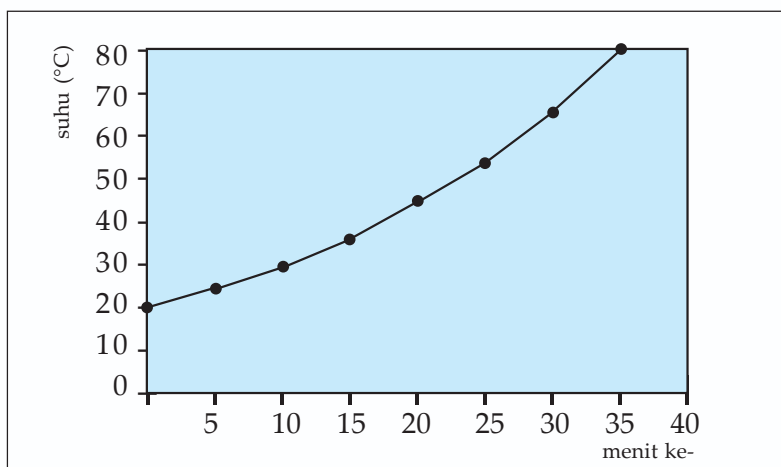
**Gambar 6.9** Diagram batang perkecambahan tanaman kacang panjang.

- d. Tabel, misalnya tabel hasil perkecambahan tanaman kacang panjang.

**Tabel 6.2** Tinggi kecambah tanaman kacang panjang.

No.	Hari ke-	Tinggi Tanaman
1.	1.	18 mm
2.	2.	23 mm
3.	3.	25 mm
4.	4.	27 mm
5.	5.	29 mm
6.	6.	30 mm
7.	7.	32 mm
8.	8.	34 mm

- e. Grafik, misalnya grafik kenaikan suhu air.



**Gambar 6.10** Grafik kenaikan suhu air.



Selain harus pandai menyajikan data, kamu juga perlu berlatih mengelompokkan atau mengklasifikasikan data. Misalnya data kualitatif yang berupa ciri-ciri makhluk hidup ditelaah persamaan dan perbedaannya, kemudian digolongkan atau diklasifikasikan. Contoh jagung dan kedelai dapat dikelompokkan dalam satu golongan karena keduanya menghasilkan bunga (Anthophyta), atau sama-sama tanaman pertanian. Namun jagung dan kacang tanah dapat ditempatkan pada kelompok yang berbeda, karena biji jagung berkeping lembaga satu (monokotil), sedangkan kedelai berkeping lembaga dua (dikotil). Jadi dasar dari pengelompokan adalah adanya persamaan dan perbedaan ciri.

### 3. Menafsirkan Data

Kerja ilmiah selalu berkaitan dengan penafsiran data hasil pengamatan. Menafsirkan berarti menghubungkan fakta atau keadaan dengan data yang diperoleh. Misalnya ketika kamu menemukan ikan yang tubuhnya licin karena bersisik dan berlendir, kamu berpendapat bahwa tubuh yang licin itu diperlukan agar ikan dapat bergerak dengan mudah di air. Pendapatmu ini merupakan tafsiran dari fakta bahwa tubuh ikan licin karena bersisik dan berlendir. Contoh lainnya jika kamu memperoleh data muai panjang beberapa jenis zat seperti **Tabel 6.3** di bawah ini.

**Tabel 6.3** Muai panjang beberapa jenis logam.

No.	Jenis Zat	Muai panjang ( $^{\circ}\text{C}$ )
1.	baja	0,000011
2.	besi	0,000012
3.	tembaga	0,0000167
4.	aluminium	0,0000255
5.	perak	0,000018
6.	kuningan	0,000019
7.	platina	0,000009
8.	emas	0,000014
9.	kaca	0,000008

*Sumber: Physics for You*

Apa yang dapat ditafsirkan dari data pada tabel di atas? Kamu dapat membuat beberapa penafsiran seperti berikut ini.

- Logam lebih mudah menyerap panas dibandingkan dengan nonlogam (karena muai panjang logam lebih tinggi dari nonlogam/kaca).
- Benda yang terbuat dari aluminium mudah memuai jika terkena panas (muai panjang aluminium paling tinggi).
- Benda yang terbuat dari platina bentuknya lebih stabil terhadap panas (muai panjang platina paling kecil dibanding logam lain).

Jadi kamu harus pandai menafsirkan setiap data yang diperoleh. Dengan kemampuan ini kamu akan mudah menarik kesimpulan atau mengembangkan suatu kegiatan penelitian.

#### 4. Melakukan Eksperimen

Eksperimen dilakukan untuk menjawab berbagai pertanyaan atau permasalahan secara ilmiah. Langkah-langkah eksperimen disusun secara sistematis yang disebut *metode ilmiah*. Urutan langkah dalam metode ilmiah harus dilakukan secara bertahap, tidak boleh dibolak-balik.

Sebelum melakukan penelitian, sebaiknya kamu membuat rencana eksperimen (proposal). Di dalam rencana eksperimen ini termuat latar belakang, tujuan, manfaat, alat dan bahan, cara penelitian dilakukan, dan jadwal penelitian. Ketika sedang bereksperimen, kamu harus selalu berkonsultasi dengan guru/pembimbing. Pembimbing tentu telah memahami bidang eksperimen yang kamu lakukan dan telah berpengalaman dalam melakukan penelitian. Oleh karena itu mereka dapat membantu memecahkan masalah yang mungkin kamu temui.

Hasil eksperimen yang telah memuat kesimpulan kemudian disusun menjadi laporan penelitian. Susunlah laporan penelitian dengan baik agar orang lain dapat memahami isinya. Ingatlah bahwa kamu telah melakukan langkah-langkah ilmiah dalam menjawab suatu permasalahan sehingga pengetahuan yang diperoleh adalah pengetahuan yang ilmiah.



**Gambar 6.11** Eksperimen dilakukan secara ilmiah dengan langkah yang sistematis dan teratur.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

#### Tugas 6.1

1. Kamu melakukan pengamatan pertumbuhan kacang hijau dan memperoleh data kuantitatif tinggi tanaman per satuan waktu sebagai indikator pertumbuhan. Bagaimanakah cara penyajian data itu agar informasi pertumbuhan dapat diamati dengan jelas?
2. Susunlah rancangan sebuah eksperimen sederhana untuk menentukan massa jenis berbagai jenis kayu.



### C Metode Ilmiah

Penemuan-penemuan penting yang lahir dari para ilmuwan-ilmuwan sains berasal dari penelitian ilmiah. Pengamatan dan percobaan dilakukan dengan langkah-langkah yang tepat dan sistematis sehingga menghasilkan kebenaran ilmiah. Langkah kerja yang teratur dan sistematis ini disebut *metode ilmiah*. Jadi, metode ilmiah adalah langkah atau tahap yang teratur dan sistematis yang digunakan dalam memecahkan suatu masalah ilmiah. Nah, bagaimanakah penelitian ilmiah dilakukan? Langkah-langkah metode ilmiah adalah sebagai berikut.

## Tokoh Sains

B.J. Habibie



Baharuddin Jusuf Habibie dikenal sebagai tokoh yang berjasa dalam mengembangkan industri pesawat terbang nasional Indonesia. Beliau pernah menjabat sebagai Presiden Republik Indonesia yang ketiga (21 Mei 1998 – 20 Oktober 1999). Habibie lahir di Pare-Pare, Sulawesi Selatan 25 Juni 1936. Beliau belajar teknik mesin di Institut Teknologi Bandung tahun 1954. Pada 1955 – 1965 melanjutkan studi teknik penerbangan, spesialisasi konstruksi pesawat terbang, di RWTH Aachen, Jerman Barat, menerima gelar diplom ingénieur pada 1960 dan gelar doktor ingénieur pada 1965 dengan predikat *summa cum laude*.

Habibie kemudian bekerja di Messerschmitt-Bölkow-Blohm di Hamburg, hingga mencapai puncak karir sebagai wakil presiden bidang teknologi. Pada 1973 kembali ke Indonesia atas permintaan presiden Suharto. Sebelum menjadi presiden RI, beliau pernah menjabat sebagai wakil presiden (1998), Menteri Negara Riset dan Teknologi sejak tahun 1978 sampai Maret 1998, dan menjadi ketua umum ICMI (Ikatan Cendekiawan Muslim Indonesia).



**Gambar 6.12** Hasil penelitian berupa data yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

## 1. Merumuskan Masalah

Kamu tentu sering mengamati suatu peristiwa alam, seperti besi yang berkarat. Tentu kamu akan tertarik untuk mengetahui bagaimana peristiwa tersebut dapat terjadi? Jika kamu pernah merasakan hal ini, sebenarnya pertanyaan itu merupakan permasalahan sebagai bahan penelitian. Penelitian dimulai dengan merumuskan masalah. Masalah adalah sesuatu yang akan diteliti dan dipecahkan. Masalah biasanya berupa pertanyaan ilmiah yang dapat dijawab dengan melakukan percobaan.

Dengan merumuskan masalah, berarti kamu telah memahami hal yang akan diteliti. Untuk mencari jawaban dari masalah tersebut, dapat kamu peroleh dari berbagai sumber. Misalnya, majalah, koran, televisi, radio, buku, dan internet.

## 2. Menyusun Hipotesis

Setelah merumuskan masalah, sebagai peneliti kamu harus menyusun dugaan-dugaan yang bersifat ilmiah berdasarkan bukti-bukti dan fakta-fakta yang ada. Dugaan-dugaan yang bersifat ilmiah ini dinamakan *hipotesis*. Jadi hipotesis merupakan jawaban sementara dari masalah-masalah yang sedang diteliti. Kebenaran hipotesis harus dibuktikan melalui serangkaian percobaan atau penelitian.

## 3. Melaksanakan Penelitian Ilmiah

Setelah kamu menyusun hipotesis, kebenaran hipotesis harus diuji dengan melaksanakan penelitian. Kegiatan penelitian ini dapat kamu laksanakan di dalam laboratorium ataupun di luar laboratorium. Hal ini bergantung pada jenis penelitian yang kamu lakukan. Jika kamu melaksanakan penelitian di dalam laboratorium, kamu harus memahami pedoman keselamatan kerja di laboratorium. Demikian juga jika kamu melaksanakan penelitian di luar laboratorium, kamu harus mengetahui pedoman keselamatan kerja di daerah tersebut.

Sebelum penelitian dilakukan, kamu perlu mempersiapkan alat-alat atau bahan-bahan yang akan digunakan pada saat penelitian. Alat-alat harus diperiksa sebelum digunakan untuk memastikan alat-alat tersebut dapat berfungsi dengan baik.

## 4. Mengumpulkan Data dari Hasil Penelitian

Ketika penelitian kamu lakukan, kamu akan memperoleh data. Setiap gejala yang terjadi selama percobaan, catat hasilnya dengan rapi dan susun dengan baik. Dengan demikian kamu akan memperoleh data yang benar dan akurat.

Data yang diperoleh dapat berupa data kualitatif maupun kuantitatif. *Data kualitatif* adalah data yang diperoleh dengan menggunakan alat indra, tanpa menggunakan alat ukur dan tidak dapat dinyatakan dengan angka. *Data kuantitatif* yaitu data yang diperoleh melalui pengamatan dengan alat ukur dan dapat dinyatakan dengan angka. Eksperimen atau percobaan dalam metode ilmiah mengenal adanya variabel dan

pembanding. Pembanding adalah suatu perangkat percobaan. Variabel adalah faktor yang memengaruhi percobaan. Variabel ada empat macam, yaitu sebagai berikut.

1. Variabel kontrol, yaitu faktor yang dibuat sama
2. Variabel bebas, yaitu faktor yang sengaja diubah
3. Variabel terikat, yaitu faktor yang dipengaruhi oleh variabel bebas dan variabel kontrol
4. Variabel pengganggu, yaitu faktor yang dapat memengaruhi hasil percobaan.

Setelah melakukan pengamatan dan percobaan, maka hasil pengamatan atau percobaan tersebut hendaknya diinformasikan secara terbuka dengan menyusun secara tertulis maupun secara lisan. Penyajian data hasil percobaan dapat disusun dalam bentuk deskripsi (uraian), tabel, ataupun grafik.

## 5. Mengolah dan Menganalisis Data

Setelah data-data hasil penelitian terkumpul, kelompokkanlah data sesuai jenis atau keperluan penelitian. Kemudian, data dianalisis untuk mengetahui apakah hipotesis yang kamu kemukakan sesuai atau dapat diterima ataukah justru bertentangan atau tidak sesuai. Jika hipotesis kamu sesuai dengan data-data percobaan yang kamu dapatkan, berarti hipotesis diterima. Sebaliknya, jika hipotesis kamu tidak sesuai dengan data-data yang kamu dapatkan, berarti hipotesis ditolak.

Hipotesis yang berbeda dengan data-data yang diperoleh dari hasil percobaan, bukan berarti kamu gagal. Akan tetapi, ada masalah yang belum dapat terjawab dari percobaan yang kamu lakukan. Oleh karena itu, jika hipotesis yang kamu buat tidak sesuai, maka hipotesis perlu diperbaiki dan penelitian perlu diulang kembali dengan cara memperbaiki hipotesis.

## 6. Membuat Kesimpulan

Kesimpulan dari suatu penelitian adalah pernyataan yang merangkum apa yang sudah dilakukan selama kegiatan penelitian. Dalam suatu kesimpulan perlu dibahas apakah data yang kamu dapatkan dari hasil penelitian telah mendukung hipotesis yang kamu buat atau tidak.



**Gambar 6.13** Data yang diperoleh dalam penelitian perlu diolah dan dianalisis untuk menolak atau menerima hipotesis.

**Sumber:** Dokumen Penerbit



## D Mengomunikasikan Hasil Penelitian

Langkah selanjutnya yang kamu lakukan setelah mendapatkan kesimpulan dari penelitian adalah mengomunikasikan hasil penelitian. Suatu hasil penelitian dapat dikomunikasikan secara lisan atau tulisan. Bentuk-bentuk mengomunikasikan hasil penelitian secara lisan, yaitu diskusi kelas atau seminar ilmiah. Adapun bentuk mengomunikasikan hasil penelitian secara tertulis, yaitu laporan penelitian, makalah ilmiah, atau karya tulis.





**Gambar 6.14** Hasil penelitian harus dikomunikasikan dengan pihak lain.

*Sumber: Dokumen Penerbit*

Suatu laporan penelitian biasanya terdiri dari bagian-bagian berikut.

### 1. Halaman Judul Penelitian

Pada halaman judul penelitian biasanya berisi judul penelitian, nama peneliti, kelas, sekolah, alamat sekolah, serta tahun pembuatan laporan penelitian.

### 2. Pendahuluan

Pada pendahuluan biasanya terdapat latar belakang penelitian dan gagasan yang dibuat beserta hipotesisnya.

### 3. Tujuan Penelitian

Pada bagian ini berisi tujuan penelitian yang kamu lakukan.

### 4. Alat dan Bahan

Pada bagian ini berisi alat dan bahan kimia yang digunakan.

### 5. Langkah Kerja

Berisi penjelasan dan langkah-langkah penelitian yang dilakukan.

### 6. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berisi hasil penelitian dan penjelasan dari hasil penelitian yang kamu lakukan.

### 7. Kesimpulan

Berisi kesimpulan yang kamu dapatkan dari hasil percobaan.

### 8. Daftar Pustaka

Berisi referensi yang mendukung penelitian yang kamu lakukan.

## Tugas 6.2

1. Kamu akan melakukan penelitian untuk mengamati pengaruh pupuk kalium terhadap kecepatan munculnya kuncup bunga sebagai indikator perkembangan pada tanaman kacang tanah. Identifikasilah variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrolnya.
2. Tentu kamu mengetahui bahwa buah mangga yang masih muda rasanya masam, tetapi setelah masak keasamannya berkurang. Mungkin kamu berpendapat bahwa ada perbedaan derajat keasaman (pH) buah mangga pada berbagai tingkat kemasakan. Susunlah urutan metode ilmiah untuk menguji kebenaran pendapatmu.



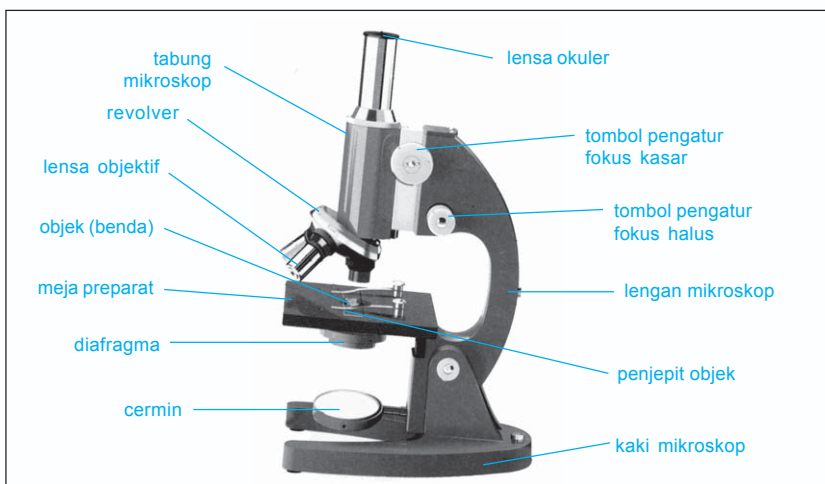
## E Mikroskop dan Cara Penggunaannya

Mikroskop merupakan alat bantu penglihatan untuk mengamati objek berukuran renik sehingga objek kelihatan lebih besar dan jelas. Mata telanjang hanya dapat memisahkan dua buah titik berdekatan yang berjarak  $10^{-3} - 10^{-1}$  mm. Dengan bantuan lup, kamu dapat memisahkan dua buah titik berdekatan yang berjarak  $10^{-4} - 10^{-2}$  mm. Jika kamu mengamati objek dengan mikroskop optik, dua buah titik yang berjarak  $10^{-6} - 10^{-4}$  mm. Jadi sebuah sel yang berukuran  $1/100.000$  mm dapat kamu amati dengan mikroskop optik.

Mikroskop mula-mula dikembangkan oleh **Antonie Van Leuwenhoek** (1632–1723). Mikroskop pertama ini susunannya masih sangat sederhana, yaitu hanya terdiri dari sebuah lensa cembung. Perbesaran yang dihasilkan maksimum 300 kali. Mikroskop modern disusun minimal oleh dua buah lensa, yaitu lensa objektif dan lensa okuler. Di laboratorium kamu akan menjumpai lensa objektif dan lensa okuler bukan berupa lensa tunggal, tetapi berupa susunan lensa. Perbesaran yang dihasilkan mikroskop optik modern mencapai 1.250 kali.

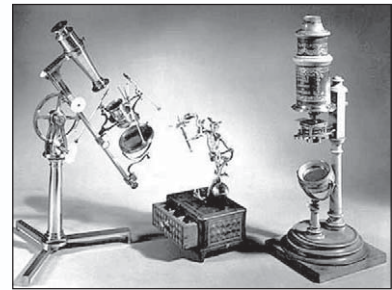
Saat ini telah dikembangkan berbagai jenis mikroskop untuk berbagai keperluan. Mikroskop yang tersedia di laboratorium sekolahmu biasanya berupa mikroskop cahaya biasa. Mikroskop jenis yang lain misalnya mikroskop stereo (mempunyai dua okuler, sehingga dapat diamati dengan dua mata), mikroskop fotografi (dilengkapi dengan kamera untuk memotret), mikroskop fase (untuk mengamati struktur mineral), mikroskop ultraviolet (menggunakan sumber cahaya ultraviolet), dan mikroskop elektron (menggunakan berkas elektron sebagai pembawa citra gambar. Dengan mikroskop elektron, perbesaran yang diperoleh dapat mencapai 100.000 kali.

Perhatikan **Gambar 6.16** Mikroskop cahaya memiliki bagian-bagian sebagai berikut.



**Gambar 6.16** Mikroskop cahaya dan bagian-bagiannya.

**Sumber:** Kamus Visual



**Gambar 6.15** Mikroskop sederhana yang digunakan ilmuwan pada abad ke-17.

**Sumber:** Microsoft Student, 2006

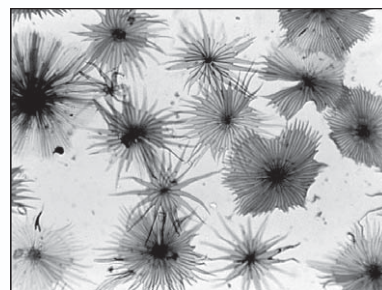
1. *Tubus/tabung mikroskop*, berupa tabung kosong yang dapat dinaik-turunkan untuk mengatur fokus.
2. *Lensa objektif*, terletak di bagian bawah tabung mikroskop. Berfungsi untuk menghasilkan bayangan benda yang sedang diamati. Lensa ini tersedia dalam berbagai ukuran pembesaran, biasanya 5x, 10x, dan 12,5x.
3. *Lensa okuler*, terletak di bagian atas tabung mikroskop. Fungsinya untuk memperbesar bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif. Lensa ini tersedia dalam berbagai ukuran pembesaran, biasanya 4x, 10x, 40x, dan 100x.
4. *Revolver*, adalah alat yang dapat berputar untuk memilih ukuran lensa objektif yang akan digunakan.
5. *Makrometer* (tombol pengatur kasar), adalah tombol pengatur fokus bayangan dengan menaik-turunkan tabung mikroskop dengan cepat.
6. *Mikrometer* (tombol pengatur halus), adalah tombol pengatur fokus bayangan dengan menaik-turunkan tabung mikroskop dengan jarak pergeseran yang lebih rapat dibandingkan makrometer.
7. *Lengan mikroskop*, merupakan bagian yang dipegang ketika mikroskop akan dipindahkan.
8. *Meja preparat*, tempat meletakkan preparat yang akan diamati.
9. *Penjepit objek*, yaitu penjepit preparat agar kedudukannya tidak bergeser ketika sedang diamati.
10. *Diafragma*, berupa lubang yang berfungsi untuk mengatur banyak sedikitnya cahaya yang dibutuhkan dalam pengamatan.
11. *Kondensor* (pemusat cahaya), terdiri dari seperangkat lensa yang berfungsi untuk mengatur intensitas cahaya.
12. *Cermin*, berfungsi untuk mengarahkan cahaya agar dapat masuk diafragma dan kondensor. Biasanya tersedia dua cermin (permukaan datar dan cekung). Kedua cermin dapat dipakai bergantian sesuai dengan kondisi cahaya ruangan. Pada ruangan yang terang cukup menggunakan cermin yang datar, namun bila cahaya ruangan redup dapat digunakan cermin cekung. Ada juga jenis mikroskop yang menggunakan sumber cahaya dari lampu listrik, sehingga pengamatan tidak tergantung pada kondisi pencahayaan ruangan.
13. *Kaki mikroskop*, merupakan bagian paling bawah yang berfungsi untuk mengkokohkan kedudukan mikroskop.

Kamu harus belajar menggunakan mikroskop secara benar agar dapat bekerja dengan aman. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan mikroskop cahaya adalah sebagai berikut.

1. Membawa mikroskop dengan cara tangan kanan memegang bagian lengan mikroskop dan tangan kiri memegang kaki mikroskop.

2. Letakkan mikroskop di tempat yang datar, kering, dan memiliki cahaya yang cukup.
3. Pasang lensa okuler dengan lensa yang memiliki ukuran perbesaran sedang.
4. Putar revolver untuk memilih lensa objektif dengan perbesaran paling kecil.
5. Putar makrometer untuk menjauhkan lensa objektif dengan meja mikroskop.
6. Aturlah diafragma agar lensa mendapatkan cahaya yang cukup.
7. Aturlah cermin yang sesuai dengan kondisi cahaya ruangan. Cermin datar digunakan jika kondisi ruangan cukup terang, sedangkan cermin cekung digunakan saat kondisi ruangan kurang cahaya (redup).
8. Siapkan preparat yang akan diamati, letakkan pada gelas benda di atas lubang meja mikroskop, kemudian kokohkan dengan penjepit objek.
9. Putar makrometer perlahan-lahan sehingga lensa objektif berada pada posisi terdekat dengan meja mikroskop.
10. Amati preparat melalui lensa okuler sambil memutar makrometer untuk menemukan bayangan. Untuk mengatur fokus, gunakan mikrometer sehingga diperoleh bayangan yang jelas.
11. Jika letak preparat belum tepat, gelas benda dapat digeser dengan lengan yang berhubungan dengan penjepit. Jika tidak tersedia, preparat dapat digeser secara langsung.
12. Gunakan perbesaran lensa objektif yang lebih kuat untuk mengamati preparat dengan lebih jelas.

Untuk memperkirakan ukuran benda sebenarnya, kamu dapat menghitungnya dari perbesaran mikroskop. Objek yang diamati mengalami dua kali proses perbesaran, yaitu perbesaran oleh lensa objektif dan lensa okuler. Jika kamu menggunakan lensa objektif dengan perbesaran  $10\times$ , maka benda yang diamati diperbesar oleh lensa objektif  $10\times$  dari ukuran aslinya. Bayangan yang dihasilkan lensa objektif akan diperbesar lagi oleh lensa okuler. Misalnya bila pada mikroskop itu dipasang lensa okuler dengan pembesaran  $10\times$ , maka akan diperoleh bayangan akhir yang diperbesar  $100\times$ . Jadi pembesaran yang sampai pada mata = perbesaran lensa objektif  $\times$  perbesaran lensa okuler.



**Gambar 6.17** Mikroskop harus digunakan dengan benar, sehingga objek dapat diamati dengan jelas. Foto adalah sisik-sisik pada permukaan bawah daun durian.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

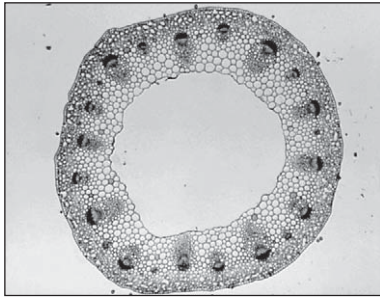
## F Pembuatan Preparat

Agar benda dapat diamati dengan mikroskop cahaya, maka benda itu harus transparan. Oleh karena itu benda yang akan diamati harus dipersiapkan dulu dengan membuat preparat atau sediaan. Alat dan bahan yang harus disiapkan dalam pembuatan preparat adalah gelas benda, penutup gelas, air secukupnya, pipet tetes, silet, kertas isap, dan pewarna.



Silet berfungsi untuk menyayat benda yang akan diamati. Gelas benda berfungsi untuk meletakkan objek gelas yang akan diamati. Penutup gelas berfungsi untuk menutup benda yang diletakkan pada gelas benda. Pewarna digunakan untuk memudahkan dalam pengamatan, misalnya lugol, metilen biru, dan eosin.

Preparat dapat diamati secara melintang maupun membujur. Preparat melintang dibuat dari hasil sayatan secara melintang, sedangkan preparat membujur dibuat dengan sayatan arah membujur. Berikut ini langkah-langkah untuk membuat preparat melintang batang.



**Gambar 6.18** Penampang melintang batang yang diamati dengan mikroskop.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

- Siapkan batang yang akan diamati. Pilihlah batang yang cukup lunak sehingga mudah diiris dengan silet.
- Iris batang dengan silet secara melintang ke arah tubuh setipis mungkin. Untuk preparat yang tipis seperti daun, kamu dapat menyelipkan daun pada potongan wortel atau gabus yang telah dibelah, kemudian mengirisnya bersamaan.
- Letakkan hasil sayatan pada objek gelas dan tetesi dengan air. Jika diperlukan, kamu dapat menambahkan pewarna untuk memperjelas objek.
- Tutup dengan gelas penutup perlahan-lahan. Usahakan agar tidak terbentuk gelembung udara.
- Keringkan air yang berlebihan di sekitar kaca penutup dengan kertas isap.
- Preparat siap untuk diamati dengan mikroskop

### Tugas 6.3

Buatlah preparat melintang dan preparat membujur batang jagung, kemudian amati dengan mikroskop. Buatlah gambar hasil pengamatanmu.

## G Keselamatan Kerja



**Gambar 6.19** Dalam penelitian, kamu harus menjaga keselamatan kerja.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

Pada saat bekerja di laboratorium kamu harus memperhatikan keselamatan kerja. Kamu harus mematuhi semua tata tertib yang berlaku di laboratorium. Tata tertib dibuat untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja saat kamu melakukan percobaan kimia. Kamu harus ingat bahwa di laboratorium terdapat berbagai bahan kimia berbahaya. Selain itu di laboratorium juga terdapat alat yang mudah pecah dan alat yang menggunakan listrik.

Setiap kali melakukan percobaan di laboratorium, kamu harus selalu memakai jas praktikum dan kaca mata pengaman. Siapkan kain lap dan catatan praktikum. Kamu harus sudah

mempelajari materi yang dipraktikkan sehingga mengetahui apa yang akan dikerjakan, alat dan bahan apa yang diperlukan, cara kerja, serta bahaya yang mungkin terjadi.

## 1. Pengenalan Bahan Kimia Berbahaya di Laboratorium

Bahan-bahan kimia yang terdapat dalam laboratorium perlu kamu kenali dengan baik kegunaan dan bahaya yang ditimbulkannya sehingga kamu tidak salah dalam menggunakan/memperlakukan bahan-bahan kimia. Bahan-bahan kimia di laboratorium biasanya dikelompokkan berdasarkan sifatnya. Tempat/wadah bahan kimia berbahaya diberi simbol/lambang yang menggambarkan bahaya yang dapat ditimbulkan. Berhati-hatilah bila kamu bekerja menggunakan bahan-bahan kimia tersebut. Perhatikan beberapa simbol bahan kimia pada **Tabel 6.4** berikut.

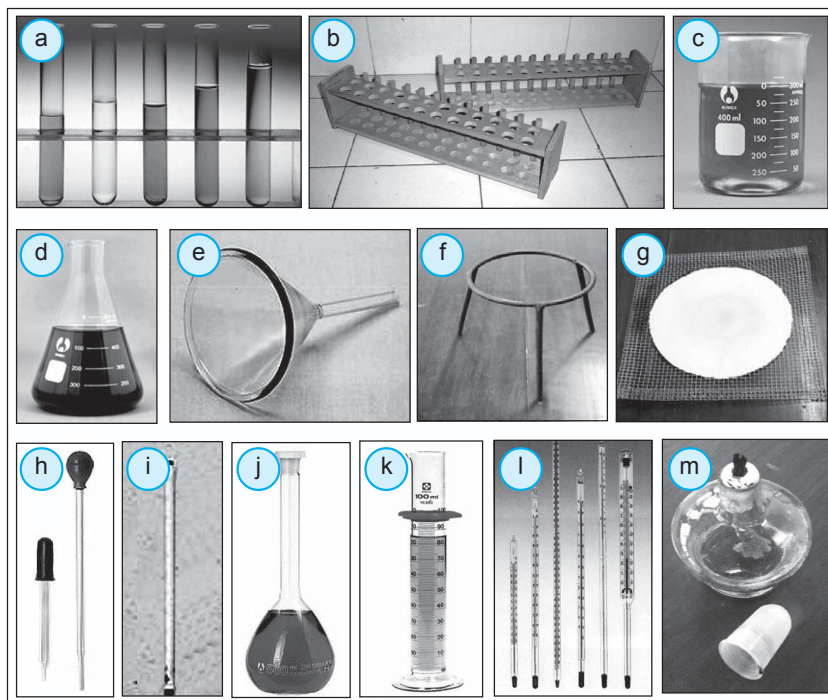
**Tabel 6.4** Beberapa simbol bahan kimia dan artinya.

Simbol	Jenis Bahaya	Contoh
	Mudah terbakar	bensin, eter
	Mudah meledak	TNT, amonium nitrat
	Korosif	asam sulfat, asam klorida
	Beracun	merkuri, sianida, gas klorin
	Berbahaya/Iritan	alkohol, kloroform, aseton
	Pengoksidasi	kalium klorat, hidrogen peroksida
	Radioaktif	plutonium, uranium

## 2. Ketepatan Penggunaan Alat di Laboratorium

Pada saat melakukan praktikum, kamu harus dapat menggunakan alat yang tepat. Selain akan membantu dalam pengerjaan praktikum dengan lancar. Penggunaan alat yang tepat juga akan menghindarkan kamu dari keadaan yang membahayakan keselamatanmu. Alat praktikum yang ada di laboratorium terbagi menjadi dua, yaitu alat-alat yang tidak menggunakan sumber listrik dan alat yang menggunakan sumber listrik.

Berikut ini merupakan beberapa alat laboratorium yang tidak menggunakan sumber listrik beserta fungsinya.



**Gambar 6.20** (a) tabung reaksi, (b) rak tabung reaksi, (c) gelas kimia/gelas beker, (d) labu erlenmeyer, (e) corong, (f) kaki tiga, (g) kawat kasa, (h) pipet tetes, (i) batang pengaduk, (j) labu ukur, (k) gelas ukur, (l) termometer, dan (m) pembakar spiritus.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

- Tabung reaksi, digunakan untuk mereaksikan zat kimia.
- Rak tabung reaksi, digunakan untuk menyimpan/meletakkan tabung reaksi ketika sedang digunakan.
- Gelas kimia, digunakan untuk membuat larutan dan sebagai wadah larutan.
- Labu erlenmeyer, mulut tabung didesain lebih kecil dari bagian bawah, sehingga cocok digunakan untuk menampung larutan atau bahan kimia yang dikhawatirkan dapat tumpah ketika dikocok.
- Corong kaca, digunakan untuk membantu memasukkan larutan ke dalam suatu wadah. Pada corong sering ditambahkan kertas saring, sehingga dapat digunakan untuk menyaring campuran tertentu.

- f. Kaki tiga, digunakan sebagai dudukan/penyangga gelas kimia yang dipanaskan.
- g. Kawat kasa, digunakan sebagai pembatas antara api dan gelas kimia yang dipanaskan. Biasanya kawat kasa dipasang dengan kaki tiga.
- h. Pipet tetes, digunakan untuk mengambil larutan dan meneteskan larutan dalam jumlah tertentu.
- i. Batang pengaduk, digunakan untuk mengaduk suatu zat yang dilarutkan dalam cairan.
- j. Labu ukur, digunakan untuk menakar suatu larutan atau bahan kimia dengan volume tertentu sesuai dengan volume labu ukur. Dengan demikian terdapat labu ukur dengan berbagai volume, misalnya 50 ml, 100 ml, 250 ml, dan sebagainya.
- k. Gelas ukur, digunakan untuk mengukur volume suatu larutan kimia.
- l. Termometer, digunakan untuk mengukur suhu.
- m. Pembakar spiritus, digunakan sebagai sumber api untuk memanaskan larutan atau bahan kimia. Berhati-hatilah ketika memanaskan berbagai bahan kimia.

Semua alat di atas harus kamu gunakan sesuai dengan fungsinya. Kamu dapat minta bantuan kepada guru atau petugas laboratorium untuk mengetahui fungsi alat yang lain yang terdapat di laboratorium sekolahmu.

Adapun penggunaan alat yang menggunakan sumber listrik, kamu harus memperhatikan hal-hal berikut.

- a. Memeriksa kelengkapan alat seperti kabel dan tombol-tombol. Kelengkapan yang tidak memadai atau tidak tersedia akan membuat kesulitan saat mengoperasikan alat tersebut.
- b. Menjauhkan dari air. Alat yang menggunakan sumber listrik, mutlak harus dijauhkan dari air karena akan membuat alat menjadi rusak atau dapat menyebabkan terjadinya hubungan singkat.
- c. Mengetahui kegunaan alat. Kamu dapat membaca petunjuk praktikum atau menanyakan langsung kepada guru atau petugas laboratorium.
- d. Mengetahui prosedur penggunaan alat. Kamu dapat membaca buku petunjuk penggunaan alat dan bila kurang jelas dapat menanyakannya kepada guru atau petugas.
- e. Mengetahui cara kerja alat, meskipun tidak mutlak diperlukan tetapi dapat membantu memahami cara menggunakan alat dengan benar. Kamu dapat memperoleh informasi dari berbagai sumber atau dengan bertanya kepada guru.

#### **Tugas 6.4**

Diskusikan dengan kelompokmu, keselamatan kerja apakah yang harus diperhatikan ketika sedang melakukan penelitian di pegunungan dan di pantai.



## Rangkuman

- Sains berkembang dari melalui pengamatan dan percobaan. Objek pengamatan dapat berupa gejala kejadian maupun gejala kebendaan, baik objek biotik maupun abiotik. Percobaan dilakukan dengan metode ilmiah dan peneliti harus juga harus bersikap ilmiah, sehingga pengetahuan yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya.
- Pengamatan atau observasi dapat menggunakan indra maupun dengan bantuan alat ukur. Pengamatan dengan indra menghasilkan data kualitatif, sedangkan pengamatan dengan alat ukur menghasilkan data kuantitatif. Untuk mempermudah, data dapat disajikan dalam bentuk tabel, gambar, diagram, grafik, dan sebagainya.
- Eksperimen dilakukan dengan metode ilmiah. Urutan metode ilmiah yaitu merumuskan masalah, menyusun hipotesis, melakukan penelitian, mengumpulkan data, mengolah dan menganalisis data, dan membuat kesimpulan. Hasil eksperimen harus dikomunikasikan dengan orang lain sehingga pengetahuannya bermanfaat.
- Mikroskop merupakan alat bantu untuk mengamati benda yang berukuran sangat kecil. Perbesaran total yang dihasilkan mikroskop dapat dihitung dari perbesaran lensa objektif dikalikan perbesaran lensa okuler.
- Semua kegiatan eksperimen atau penelitian harus memperhatikan keselamatan kerja. Keselamatan kerja dapat ditingkatkan dengan mengenal sifat bahan kimia di laboratorium, memahami cara kerja alat, dan menggunakan peralatan kerja yang tepat.

## Refleksi

Kamu telah selesai mempelajari materi Gejala Alam dan Kerja Ilmiah. Sebelum berlanjut mempelajari bab berikutnya, lakukan evaluasi diri dengan menjawab pertanyaan di bawah ini. Jika semua pertanyaan kamu jawab dengan 'ya', berarti kamu telah menguasai bab ini dan bisa melanjutkan mempelajari bab berikutnya. Jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', maka kamu perlu mengulangi materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada hal yang sukar dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

1. Apakah kamu dapat menunjukkan contoh gejala alam biotik dan abiotik?
2. Dapatkah kamu menunjukkan keterampilan ilmiah yang harus dikuasai dan menjelaskan prosedur penelitian yang sesuai dengan metode ilmiah?
3. Dapatkah kamu mempraktikkan cara menggunakan mikroskop dan cara membuat preparat dengan benar?
4. Apakah kamu dapat menunjukkan pentingnya keselamatan kerja dalam kegiatan ilmiah?
5. Dapatkah kamu menunjukkan contoh bahan kimia berbahaya dan simbol bahan-bahan berbahaya?

## Latih Kemampuan 6

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Kebenaran teori dalam ilmu pengetahuan berlaku ....
  - a. selama belum ada bukti yang menolakan teori itu
  - b. selama penemu masih hidup
  - c. sama di seluruh dunia
  - d. pada tempat dan waktu tertentu
2. Gambar bentuk kristal gula pasir yang diamati dengan mikroskop termasuk data ....
  - a. kualitatif
  - b. objektif
  - c. kuantitatif
  - d. subjektif

3. Berikut ini adalah langkah dalam metode ilmiah.
  1. Mengumpulkan data
  2. Eksperimen
  3. Kesimpulan
  4. Hipotesis
  5. Penemuan masalah
  6. Percobaan ulang

Urutan langkah dalam metode ilmiah yang benar adalah ....

  - a. 5 - 1 - 4 - 2 - 3 - 6
  - b. 4 - 2 - 3 - 1 - 5 - 6
  - c. 2 - 3 - 4 - 5 - 1 - 6
  - d. 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
4. Berikut ini yang merupakan contoh gejala kejadian objek abiotik adalah ....
  - a. air hujan
  - b. hujan
  - c. air laut
  - d. minum air hujan
5. Jawaban sementara dari masalah yang sedang diteliti untuk diuji kebenarannya disebut ....
  - a. variabel
  - b. metode
  - d. data
  - e. hipotesis
6. Apabila dalam suatu percobaan kamu akan mengukur pertambahan panjang tanaman, maka data yang diperoleh berupa data ....
  - a. kualitatif
  - b. kuantitatif
  - c. pengukuran
  - d. percobaan
7. Dalam suatu kerja ilmiah hipotesis yang dibuat sangat didukung oleh kesimpulan hasil percobaan, agar lebih meyakinkan maka langkah selanjutnya adalah ....
  - a. menyusun hipotesis baru
  - b. melakukan percobaan ulang
  - c. menyusun teori
  - d. melakukan percobaan baru
8. Bagian dari mikroskop yang berfungsi untuk mengatur fokus bayangan dengan menaikturunkan tabung mikroskop dengan lambat disebut ....
  - a. revolver
  - b. mikrometer
  - c. diafragma
  - d. lensa objektif
9. Keuntungan menyayat daun dengan menggunakan silet adalah ....
  - a. tidak membahayakan siswa
  - b. mudah dibawa
  - c. hasil sayatan tipis
  - d. awet
10. Fungsi lensa okuler adalah ....
  - a. memfokuskan benda
  - b. memperjelas benda
  - c. menangkap bayangan dari lensa objektif
  - d. memperbesar ukuran benda
11. Fungsi kloroform atau eter dalam pembedahan adalah ....
  - a. memperlunak kulit hewan
  - b. menguatkan hewan
  - c. menghasilkan warna yang bagus
  - d. membuat pingsan hewan
12. Alat untuk mengambil zat kimia padat adalah ....
  - a. spatula
  - b. sonde
  - c. skapel
  - d. pinset
13. Tempat meletakkan preparat pada mikroskop disebut ....
  - a. meja preparat
  - b. gelas benda
  - c. lensa objektif
  - d. kaca penutup
14. Alat untuk mengambil zat kimia cair dalam jumlah sedikit adalah ....
  - a. pipet
  - b. cermin
  - c. pinset
  - d. sonde
15. Contoh bahan kimia yang bersifat korosif adalah ....
  - a. sianida
  - b. asam klorida
  - c. kloroform
  - d. uranium

## B. Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan benar!

1. Sebutkan urutan langkah-langkah dalam metode ilmiah.
2. Apakah perbedaan data kualitatif dan kuantitatif?
3. Jelaskan cara pembuatan preparat melintang.
4. Apa yang harus dilakukan untuk dapat memperoleh bayangan dengan jelas menggunakan mikroskop?
5. Sebutkan contoh bahan kimia yang bersifat eksplosif/mudah meledak dan cara menanganinya.

### Wacana Sains

#### Olimpiade Sains Bagi Pelajar

Mungkin bagi kamu pelajaran matematika dan sains atau Ilmu Pengetahuan Alam merupakan momok yang berusaha dihindari. Hal ini dapat menyebabkan pelajar (mungkin termasuk kamu dan teman-temanmu) kesulitan dalam mempelajarinya. Mungkin pola pengajaran yang kurang tepat membuat kamu menjadi tidak suka pada pelajaran ini. Padahal matematika dan sains adalah pelajaran yang sangat menarik.

Pemerintah pun telah menyadarinya. Untuk meningkatkan minat pelajar terhadap matematika dan sains, Departemen Pendidikan Nasional menggelar Lomba Penelitian Ilmiah Remaja (LPIR). LPIR diselenggarakan setiap tahun bertepatan dengan peringatan Hari Pendidikan Nasional. Sebagai pelajar, tentu kamu dapat berperan di dalamnya.

Selain di tingkat nasional, kegiatan serupa juga ada di tingkat internasional, misalnya Olimpiade Matematika, Fisika, Kimia, Biologi, Informatika, dan Astronomi. Dalam forum ini, pelajar Indonesia berhasil menyumbangkan prestasi yang cukup baik. Hal ini menimbulkan kesan positif bagi masyarakat dunia bahwa perkembangan pendidikan dan kegiatan akademik di Indonesia telah berkembang cukup baik. Negara kita mengikuti forum itu pertama kali pada Olimpiade Matematika Internasional di Australia tahun 1988.

Tentu tidak semudah membalikkan telapak tangan untuk bisa ikut dalam kegiatan itu. Tapi juga bukan menjadi hal yang sulit jika kamu disiplin dalam belajar dan berlatih, serta tekun mengembangkan pengetahuan. Oh ya, yang bisa mengikuti Olimpiade Sains ini adalah siswa yang duduk di SMU. Tetapi persiapannya perlu dipersiapkan dari sekarang. Nilai mata pelajaran matematika dan sains calon peserta harus baik (minimal 7,5). Seleksi peserta dilakukan secara berjenjang dari tingkat kabupaten/kota, provinsi, hingga tingkat nasional. Peserta yang lolos akan dibina lebih lanjut di pusat pelatihan (*training centre*) oleh tim pembina yang telah dipersiapkan secara khusus. Ternyata, prestasi pelajar Indonesia sangat baik, sejak berpartisipasi dalam olimpiade sains, kontingen Indonesia hampir selalu memboyong medali, baik perunggu, perak, maupun emas.

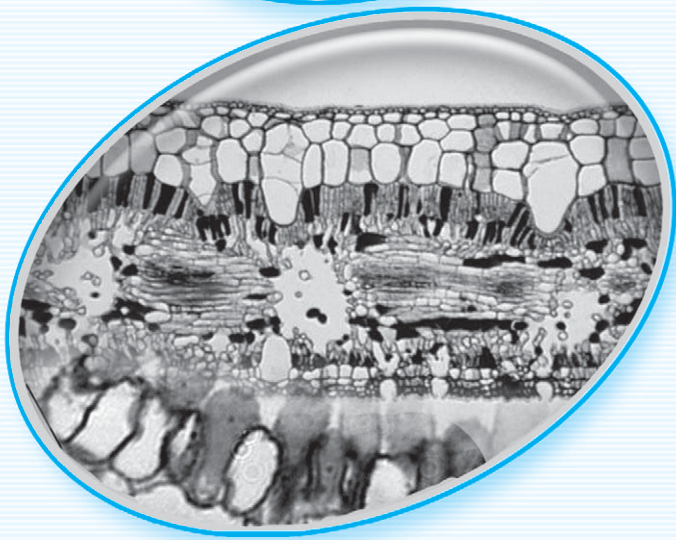
Untuk mempersiapkan pelajar Indonesia dalam Olimpiade Sains Internasional, pemerintah menyelenggarakan Olimpiade Sains Nasional (OSN) sejak tahun 2003. Pesertanya adalah pelajar dari semua sekolah di Indonesia (semua tingkat, SD, SMP, hingga SMA) yang lolos seleksi secara bertingkat, mulai dari tingkat sekolah, kabupaten, hingga tingkat provinsi. Mereka diadu kecerdasan dan kreativitasnya dalam mengerjakan soal-soal eksak dalam bentuk teori maupun eksperimen. Para pemenangnya akan memperoleh dana, alat belajar, beasiswa, dan Mendiknas Award.

Ayo, kamu pasti juga dapat menjadi peserta Olimpiade Sains Nasional maupun Internasional, bahkan bisa menjadi juaranya. Nah, dari sekarang kamu harus menyukai pelajaran sains, matematika, dan semua pelajaran yang lain. Tidak perlu ada momok terhadap pelajaran tertentu karena semua pelajaran berguna bagi kamu.

*Sumber: Ensiklopedia Iptek*

# Bab VII

## Keanekaragaman Makhluk Hidup

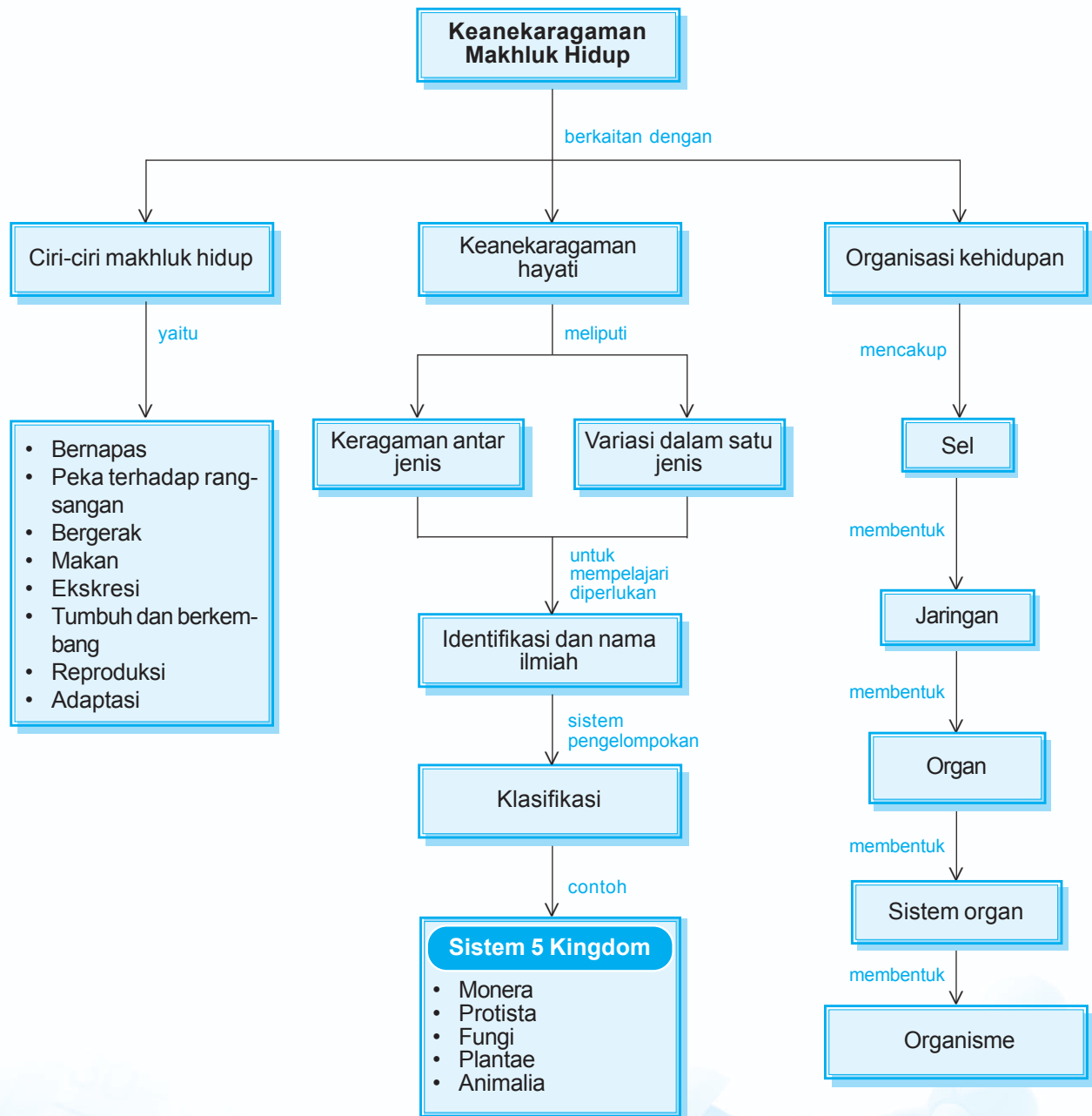


Pernahkah kamu memperhatikan beraneka ragam makhluk hidup yang ada di sekitarmu? Tuhan telah menciptakan banyak jenis makhluk hidup dan tak hidup di Bumi ini. Untuk mempermudah dalam mempelajarinya, makhluk hidup yang beraneka ragam itu dikelompok-kelompokkan atau diklasifikasikan. Tahukah kamu apakah ciri-ciri makhluk hidup? Bagaimana makhluk hidup diklasifikasikan? Dan seperti apakah organisasi kehidupan?

Pada bab ini kamu akan mempelajari ciri-ciri makhluk hidup, mengklasifikasikan, dan mendeskripsikan keragaman organisasi kehidupan dari tingkat sel hingga tingkat organisme.



# Peta Konsep



## Kata Kunci

- tumbuhan
- hewan
- klasifikasi
- nama ilmiah
- jaringan
- sistem organ

Tuhan telah menciptakan beraneka ragam komponen biotik dan abiotik yang mengisi bumi. Komponen biotik meliputi berbagai makhluk hidup. Diperkirakan makhluk hidup yang menghuni bumi ini ada sekitar 100 juta jenis. Dari jumlah itu, baru sekitar 1,7 juta jenis yang telah diidentifikasi, diberi nama, dan diketahui manfaatnya. Meskipun ukuran dan bentuk makhluk hidup sangat beraneka macam, semuanya mempunyai ciri-ciri yang dapat membedakannya dengan makhluk tak hidup dan benda mati. Selain itu semua makhluk hidup banyak sel (multiseluler) mempunyai sistem organisasi yang sama, yaitu sel-sel membentuk jaringan, jaringan-jaringan menyusun organ, dan organ-organ saling bekerja sama dalam suatu sistem organ.

## A Ciri-Ciri Makhluk Hidup

Manusia, hewan, dan tumbuhan adalah makhluk hidup yang ada di bumi. Ukuran, bentuk, kebiasaan, tempat, dan cara hidup berbagai makhluk hidup itu bermacam-macam. Meskipun demikian semua makhluk hidup mempunyai ciri-ciri yang membedakan dengan makhluk tak hidup dan benda mati. Apa sajakah ciri-ciri makhluk hidup? Ciri-ciri makhluk hidup adalah sebagai berikut.

### 1. Bernapas

Setiap saat makhluk hidup selalu bernapas. Bernapas adalah proses pengambilan oksigen dari udara bebas serta melepaskan karbon dioksida dan uap air. Oksigen digunakan untuk pembakaran zat makanan yang disebut proses *oksidasi biologis*. Proses oksidasi menghasilkan energi yang digunakan untuk berbagai aktivitas. Sedangkan sisa oksidasi berupa karbon dioksida dan uap air dikeluarkan bersama udara yang dihirup ketika bernapas.

Makhluk hidup bernapas menggunakan alat-alat pernapasan. Perhatikan contoh alat pernapasan pada beberapa makhluk hidup pada **Tabel 7.1** berikut ini.

**Tabel 7.1** Makhluk hidup dan alat pernapasannya.

No.	Makhluk Hidup	Alat Pernapasan
1.	Manusia	Paru-paru
2.	Ikan	Insang
3.	Katak	Kulit dan paru-paru
4.	Burung	Paru-paru dan kantong udara
5.	Belalang	Trakea
6.	Laba-laba	Paru-paru buku

Kamu dapat merasakan kebutuhan bernapas dengan cara menahan untuk tidak menghirup udara selama beberapa saat. Tentunya kamu tidak dapat bertahan lama untuk tidak bernapas.



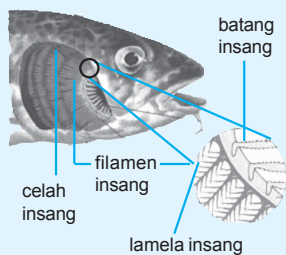
**Gambar 7.1** Makhluk hidup mempunyai ciri khas yang dibedakan dengan makhluk tidak hidup dan benda mati.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

## Info Sains

### Insang

Insang atau brankia adalah organ pernapasan pada sebagian besar hewan yang hidup di air, mengandung banyak saluran darah. Oksigen diabsorpsi ke dalam darah dari air melalui insang. Karbon dioksida keluar melalui bagian lain dari insang. Ada dua jenis insang yaitu dalam (*internal*) dan luar (*eksternal*).



**Gambar 7.2** Makhluk hidup memerlukan makanan.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

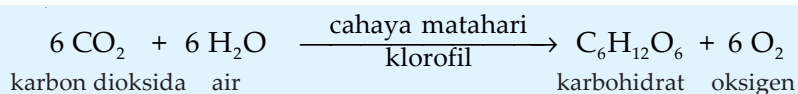
Kamu dapat membuktikan bahwa hewan selalu membutuhkan udara untuk bernapas dengan cara memasukkan hewan kecil ke dalam wadah yang kedap udara. Setelah dibiarkan beberapa saat, maka hewan itu akan mati karena kehabisan oksigen.

Apakah tumbuhan juga bernapas? Tentu saja. Untuk dapat bertahan hidup, tumbuhan juga harus bernapas guna mengambil oksigen dari udara bebas. Namun tumbuhan tidak mempunyai alat pernapasan khusus seperti pada hewan. Tumbuhan mengambil oksigen dari udara bebas melalui stomata dan lentisel. Stomata atau mulut daun merupakan lubang-lubang kecil di permukaan bawah daun, sedangkan lentisel merupakan lubang-lubang pada batang bergabus.

## 2. Memerlukan Makanan atau Nutrisi

Ciri makhluk hidup yang kedua adalah memerlukan makanan atau nutrisi. Kamu saat merasa lapar akan berusaha mengatasi rasa lapar itu dengan makan. Lalu bagaimana dengan hewan dan tumbuhan? Kalau kamu memiliki hewan peliharaan seperti burung, ayam, dan anjing, kamu tentu memberi makan hewan itu setiap hari. Sebaliknya hewan liar berusaha memenuhi sendiri kebutuhan makannya. Hal ini membuktikan bahwa hewan memerlukan makanan.

Bagaimana cara tumbuhan memperoleh nutrisi? Tumbuhan berhijau daun mempunyai klorofil yang dapat digunakan untuk membuat makanan sendiri dengan fotosintesis. Fotosintesis memerlukan bahan-bahan berupa karbon dioksida, air, dan cahaya matahari. Dalam proses fotosintesis dihasilkan oksigen dan karbohidrat. Perhatikan reaksi fotosintesis berikut ini.



Tumbuhan juga memerlukan berbagai macam mineral atau unsur hara untuk menunjang kehidupannya. Tentu kamu pernah memupuk tanaman hias atau melihat petani menebarkan pupuk pada tanamannya di sawah. Tujuan pemupukan ini adalah memberi unsur hara pada tanaman sehingga dapat tumbuh subur.

Untuk mengamati zat-zat yang diperlukan tumbuhan dalam fotosintesis, kamu dapat melakukan kegiatan berikut ini.

## Kegiatan 7.1

### Fotosintesis pada Tumbuhan Hijau

#### Tujuan:

Mengamati apakah sumber cahaya memengaruhi proses fotosintesis pada tumbuhan.

#### Alat dan bahan:

1. 3 buah stoples yang tertutup
2. Indikator brom timol biru



3. Spidol
4. 1 lembar kertas aluminium foil berukuran 30 × 30 cm
5. 2 jenis tumbuhan air
6. Lampu pijar dan lampu neon
7. 3 buah kertas label

#### Prosedur Kerja:

1. Isilah ketiga stoples dengan air, kemudian berikan label pada setiap stoples dengan nomor 1, 2, dan 3.
2. Letakkan tumbuhan air pada stoples 1 dan 2, sedangkan stoples 3 tidak diberi tumbuhan air.
3. Pada setiap stoples tambahkan beberapa tetes indikator Brom timol biru, kemudian tutuplah rapat-rapat.
4. Bungkuslah stoples 1 dengan aluminium foil sehingga cahaya tidak ada yang masuk
5. Letakkan ketiga stoples di tempat yang terkena cahaya matahari langsung
6. Periksa warna larutan setiap 15 menit selama 2 jam.
7. Ulangi percobaan itu di tempat yang teduh (tidak terkena cahaya matahari secara langsung) dan dengan menggunakan sumber cahaya yang lain seperti lampu pijar dan lampu neon

#### Pertanyaan:

1. Stoples manakah yang menunjukkan perubahan warna larutan ketika perangkat percobaan itu diletakkan di bawah sinar matahari?
2. Apakah terdapat perbedaan kecepatan perubahan warna antara perangkat percobaan yang diletakkan di bawah sinar matahari, di tempat teduh, diberi penerangan lampu pijar, dan diterangi dengan lampu neon?
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan yang kamu lakukan.

### 3. Bergerak

Perhatikan makhluk hidup yang ada di sekitarmu. Manusia, hewan, dan tumbuhan semuanya melakukan gerakan. Gerak pada manusia dan hewan mudah diamati. Selain itu gerak pada manusia dan hewan dapat menyebabkan berpindah tempat sehingga disebut *gerak aktif*. Perhatikan contoh alat gerak beberapa hewan berikut ini.

**Tabel 7.2** Alat gerak pada beberapa makhluk hidup.

No.	Makhluk Hidup	Alat Geraknya
1.	Ikan	Sirip dan ekor
2.	Burung	Kaki dan sayap
3.	Katak	Kaki berselaput
4.	Paramecium	Silia atau rambut getar
5.	Belalang	Sayap dan kaki
6.	Amoeba	Kaki semu



**Gambar 7.3** Salah satu ciri makhluk hidup adalah bergerak.

**Sumber:** Dokumen Penerbit



Tumbuhan juga melakukan gerak, misalnya gerak akar tumbuh menuju ke tempat yang banyak mengandung air dan mineral, gerak sulur membelit tiang, gerak ujung batang ke atas, dan gerak kuncup bunga yang mekar. Untuk dapat mengamati gerak pada tumbuhan, kamu harus melakukannya dengan cermat. Gerak tumbuhan sangat lambat dan tidak mengakibatkan perpindahan tempat sehingga disebut *gerak pasif*.

#### 4. Peka Terhadap Rangsangan (*Iritabilitas*)

Agar dapat bertahan hidup, semua makhluk hidup harus dapat menanggapi perubahan lingkungan. Misalnya secara spontan kamu akan menutup mata saat ada benda yang tiba-tiba mendekati mata. Contoh lainnya saat ada lalat yang hinggap di tubuh sapi bagian belakang, secara spontan sapi akan mengibaskan ekornya. Tanaman yang kamu letakkan di dalam rumah dekat jendela akan tumbuh ke arah sumber cahaya yaitu mendekati jendela. Jadi makhluk hidup mempunyai ciri peka terhadap rangsangan.

Hewan dan manusia mempunyai indera. Melalui indera inilah hewan dan manusia mengetahui rangsangan dari lingkungannya. Tahukah kamu indera pada manusia? Manusia mempunyai lima indera pokok yang disebut panca indera, yaitu *mata* yang peka terhadap rangsangan cahaya, *telinga* peka terhadap rangsangan suara, *hidung* peka terhadap rangsang bau, *lidah* peka terhadap rangsangan rasa, dan *kulit* yang peka terhadap rangsangan sentuhan, tekanan, panas, dingin, dan rasa sakit.

Lalu bagaimana mengetahui bahwa tumbuhan juga peka terhadap rangsangan? Meskipun tumbuhan tidak mempunyai indera, kamu dapat mengamatinya dengan jelas pada tumbuhan putri malu. Jika kamu menyentuh daunnya, maka daun itu akan segera menutup. Sesungguhnya semua tumbuhan peka terhadap rangsangan seperti air, mineral, cahaya matahari, gravitasi, dan kelembapan.

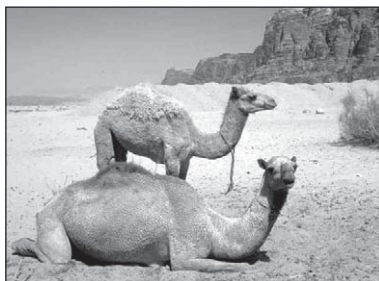


**Gambar 7.4** Daun putri malu akan mengatup saat disentuh.

**Sumber:** Microsoft Student, 2006

#### 5. Adaptasi

Adaptasi adalah kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan supaya dapat bertahan hidup. Contoh adaptasi pada hewan adalah terdapat berbagai bentuk paruh dan kaki pada burung sesuai dengan jenis makanan dan tempat hidupnya. Contoh adaptasi pada tumbuhan adalah bentuk daun yang berbeda antara tumbuhan yang hidup di daerah lembap, berair, dan kering. Adaptasi juga dapat berbentuk tingkah laku, misalnya kerbau berkubang ketika udara panas. Cobalah kamu amati macam-macam bentuk adaptasi pada hewan dan tumbuhan di lingkungan sekitarmu.



**Gambar 7.5** Unta beradaptasi dengan lingkungan yang panas.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

#### 6. Berkembang Biak (*Reproduksi*)

Berkembang biak adalah menghasilkan keturunan. Kamu tentu tahu bahwa setiap makhluk hidup tidak dapat hidup selamanya. Untuk melestarikan jenisnya maka makhluk hidup memiliki kemampuan berkembang biak.

Cara perkembangbiakan makhluk hidup ada dua cara, yaitu secara seksual/generatif dan secara aseksual/vegetatif. Perkembangbiakan secara generatif didahului dengan peleburan sel kelamin jantan dan sel kelamin betina. Contoh perkembangbiakan secara seksual adalah unggas bertelur, mamalia melahirkan, dan tumbuhan menghasilkan biji. Perkembangbiakan secara aseksual tidak melalui peleburan dua jenis sel kelamin, misalnya *Amoeba* membelah diri, *Hydra* menghasilkan tunas, mencangkok, stek, umbi lapis, dan merunduk.

## 7. Tumbuh dan Berkembang

*Tumbuh* merupakan perubahan ukuran tubuh akibat bertambahnya jumlah sel dan volume tubuh. Pertumbuhan bersifat *ireversibel*, artinya tidak dapat kembali ke bentuk semula. Misalnya dari tubuhmu yang bertambah tinggi dan tidak akan kembali menjadi pendek lagi. Sedangkan *berkembang* merupakan proses menuju kedewasaan yang bersifat kualitatif. Misalnya telur katak menetas menjadi berudu, lalu menjadi katak berekor, katak muda, dan akhirnya berkembang menjadi katak dewasa.

Pertumbuhan pada manusia dan hewan bersifat terbatas, artinya hanya tumbuh sampai usia tertentu dan sesudah itu pertumbuhannya akan berhenti. Sedangkan pertumbuhan pada tumbuhan umumnya tidak terbatas, artinya tumbuhan akan selalu tumbuh selama hidupnya.

## 8. Mengeluarkan Zat Sisa (Ekskresi)

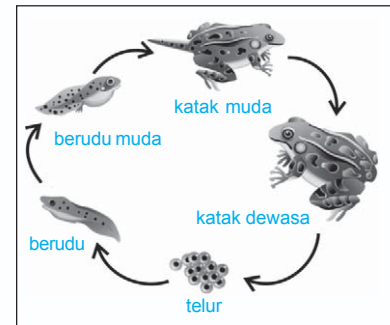
Setiap makhluk hidup mengeluarkan zat sisa agar tidak membahayakan dan meracuni tubuhnya. Alat ekskresi pada manusia berupa paru-paru, kulit, ginjal, dan anus. Paru-paru mengeluarkan zat sisa berupa karbon dioksida dan uap air. Kulit mengeluarkan zat sisa berupa keringat yang terdiri dari air, urea, dan garam. Ginjal mengeluarkan zat sisa berupa urin yang terdiri dari air, garam, dan urea. Anus merupakan poros sistem pencernaan yang mengeluarkan zat sisa berupa tinja, air, dan garam.

Bagaimana tumbuhan mengeluarkan zat sisa? Pengeluaran zat sisa pernapasan pada tumbuhan dilakukan melalui stomata dan lentisel. Untuk mengamati pengeluaran zat sisa pada tumbuhan, lakukan percobaan berikut ini.



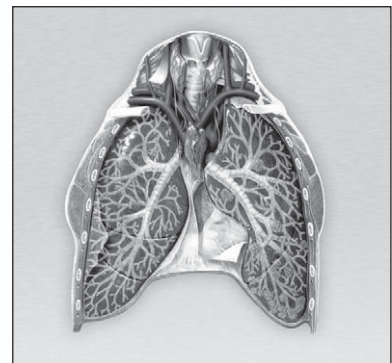
**Gambar 7.6** Hewan mempunyai anak sebagai hasil perkembangbiakan seksual.

**Sumber:** Dokumen Penerbit



**Gambar 7.7** Metamorfosis pada katak menunjukkan tahapan pertumbuhan dan perkembangannya.

**Sumber:** Microsoft Student, 2006



**Gambar 7.8** Paru-paru mengekskresikan CO<sub>2</sub> dan uap air.

**Sumber:** The Human Body Atlas

### Kegiatan 7.2

#### Ekskresi pada Tumbuhan

##### Tujuan:

Mengamati zat sisa yang dikeluarkan oleh tumbuhan.

##### Alat dan bahan:

1. Tanaman pot yang memiliki daun bertangkai panjang, misalnya begonia
2. Plastik transparan 2 buah
3. Karet gelang 2 buah
4. Vaseline
5. Jam tangan (stopwatch)



#### Prosedur kerja:

1. Pilihlah 2 daun yang sama besar. Pada salah satu daun, oleskan vaselin pada permukaan atas dan bawah.
2. Tutup kedua daun dengan plastik transparan, kemudian ikatlah dengan karet gelang.
3. Amatilah kedua daun setiap 5 menit selama 30 menit.

#### Pertanyaan:

1. Apakah terdapat perbedaan hasil percobaan antara daun yang ditutupi vaselin dengan daun yang dibiarkan terbuka?
2. Apa fungsi vaselin pada percobaan di atas? Mengapa harus permukaan atas dan bawah yang ditutupi vaselin?
3. Kesimpulan apa yang dapat kamu ambil dari percobaan ini?

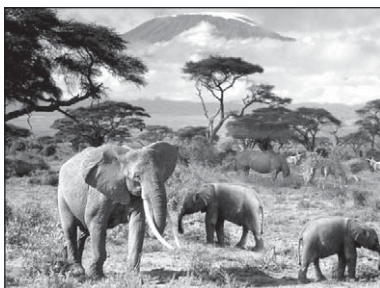
### Latihan 7.1

1. Bagaimanakah cara tumbuhan yang tidak berhijau daun (misalnya tali putri) memperoleh makanan?
2. Bagaimanakah perkembangbiakan pada organisme bersel satu?
3. Sebutkan contoh-contoh gerak yang dilakukan oleh tumbuhan.



## B Keanekaragaman dan Klasifikasi Makhluk Hidup

Makhluk hidup yang ada di sekitarmu sangat beraneka ragam. Secara spesifik *keanekaragaman* berarti perbedaan ciri-ciri dan sifat pada makhluk hidup yang berlainan jenis. Contoh, terdapat bermacam-macam jenis hewan yang ada di lingkungan sekitarmu. Selain beraneka ragam, dalam satu jenis makhluk hidup juga terdapat variasi. *Variasi* berarti perbedaan ciri-ciri dan sifat pada makhluk hidup yang sejenis, misalnya variasi warna pada bunga mawar yaitu ada yang berwarna merah, oranye, putih, dan kuning.



**Gambar 7.9** Makhluk hidup yang ada di bumi sangat beraneka ragam.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

Karena makhluk hidup sangat beraneka ragam, maka makhluk hidup itu perlu dikelompok-kelompokkan. Kegiatan pengelompokan makhluk hidup menjadi golongan-golongan disebut *klasifikasi*. Cabang biologi yang khusus mempelajari klasifikasi adalah *taksonomi*. Tujuan klasifikasi adalah mengelompokkan objek sehingga mempermudah dalam mempelajari dan mengenal berbagai jenis makhluk hidup.

Untuk melakukan klasifikasi, ada dua hal yang perlu kamu kuasai yaitu melakukan identifikasi dan memberikan nama. *Identifikasi* adalah menentukan ciri makhluk hidup yang diamati. Di antara berbagai jenis makhluk hidup terdapat persamaan dan perbedaan ciri. Persamaan dan perbedaan ciri pada makhluk hidup inilah yang digunakan sebagai dasar klasifikasi. Jadi dalam klasifikasi, jenis-jenis yang mempunyai suatu kemiripan ditempatkan dalam satu kelompok.

Terdapat berbagai macam cara mengklasifikasikan makhluk hidup. Ada klasifikasi berdasarkan ciri luar makhluk hidup (ciri morfologi), manfaat makhluk hidup, habitus (perawakan), tempat hidup, dan sebagainya. Berikut ini contoh pengelompokan hewan berdasarkan kesamaan jenis makanannya.

1. Hewan karnivor, yaitu kelompok hewan pemakan daging. Misalnya harimau, serigala, dan singa.
2. Hewan herbivor, yaitu kelompok hewan pemakan tumbuhan. Misalnya kerbau, rusa, dan jerapah.
3. Hewan omnivor, yaitu kelompok hewan pemakan daging dan tumbuhan, misalnya musang.

Tumbuhan juga dapat dikelompokkan berdasarkan pada ciri morfologi/bentuk luar tubuh.

1. Berdasarkan jumlah keping lembaga biji, tumbuhan dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu tumbuhan dikotil dan monokotil. Tumbuhan dikotil adalah kelompok tumbuhan yang bijinya mempunyai dua keping lembaga, misalnya kacang tanah, mangga, apel, dan durian. Sedangkan tumbuhan monokotil adalah kelompok tumbuhan yang bijinya mempunyai satu keping lembaga, misalnya jagung, kelapa, dan padi.
2. Berdasarkan letak bijinya, tumbuhan dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu Gymnospermae dan Angiospermae. Gymnospermae adalah kelompok tumbuhan yang berbiji terbuka (bijinya tidak dibungkus oleh daun buah) misalnya melinjo, pakis haji, dan pinus. Sedangkan Angiospermae merupakan kelompok tumbuhan yang mempunyai biji tertutup (biji dilindungi oleh daun buah), misalnya kamboja, jambu, nangka, dan palem.

Para ahli juga berupaya mengelompokkan makhluk hidup secara umum berdasarkan kekerabatannya. Klasifikasi ini disebut klasifikasi *sistem filogeni*. Pengelompokan sistem ini terus-menerus mengalami perkembangan. Perhatikan perkembangan klasifikasi filogeni berikut ini.

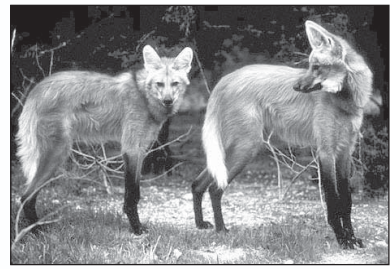
## 1. Sistem Dua Kingdom

Sistem dua kingdom pertama kali dikemukakan oleh **Aristoteles** (Yunani). Dalam sistem ini makhluk hidup dibagi menjadi kingdom Plantae dan Animalia.

- a. *Kingdom Plantae* (kerajaan tumbuhan), meliputi berbagai makhluk hidup yang mempunyai ciri ber dinding sel dan berklorofil. Yang termasuk ke dalam kingdom ini adalah bakteri, jamur, ganggang, paku, dan tumbuhan berbiji.
- b. *Kingdom Animalia* (kerajaan hewan), meliputi berbagai makhluk hidup yang memiliki ciri tidak ber dinding sel dan tidak memiliki klorofil. Yang termasuk ke dalam kingdom ini adalah Protozoa, Porifera, Coelenterata, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata, dan Chordata.

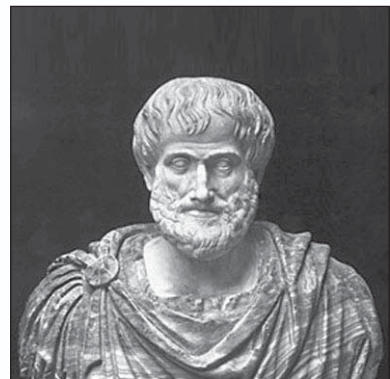
## 2. Sistem Tiga Kingdom

Klasifikasi tiga kingdom membagi makhluk hidup menjadi Kingdom Monera, Plantae, dan Animalia.



**Gambar 7.10** Serigala termasuk binatang karnivora.

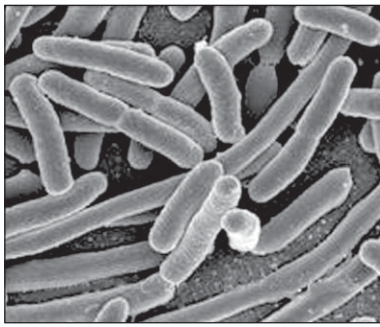
**Sumber:** Microsoft Student, 2006



**Gambar 7.11** Aristoteles memperkenalkan sistem klasifikasi dua kingdom.

**Sumber:** Microsoft Student, 2006





**Gambar 7.12** Bakteri *E. coli* termasuk dalam Kingdom Monera.

**Sumber:** id.wikipedia.org

- Kingdom Monera*, yaitu kelompok makhluk hidup yang memiliki ciri tersusun dari satu atau banyak sel dan belum memiliki membran inti. Yang termasuk ke dalam kingdom ini adalah bakteri dan ganggang hijau-biru.
- Kingdom Plantae*, adalah kelompok tumbuhan yang meliputi jamur, lumut, paku, dan tumbuhan biji.
- Kingdom Animalia*, adalah kelompok hewan yang terdiri dari Protozoa, Porifera, Coelenterata, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata, dan Chordata.

Namun demikian ada juga yang mengembangkan klasifikasi tiga kingdom yang berbeda. Misalnya **Haeckel** pada tahun 1866 mengusulkan makhluk hidup dikelompokkan menjadi tiga kingdom yaitu *Protista*, *Plantae*, dan *Animalia*. Kingdom Protista adalah kelompok makhluk hidup yang tersusun atas satu atau banyak sel, memiliki membran inti, dan memiliki organel. Yang termasuk ke dalam kingdom ini adalah *Protozoa*, ganggang, dan jamur. Sehingga Kingdom *Plantae* hanya terdiri dari lumut dan tumbuhan berpembuluh.

### 3. Sistem Empat Kingdom

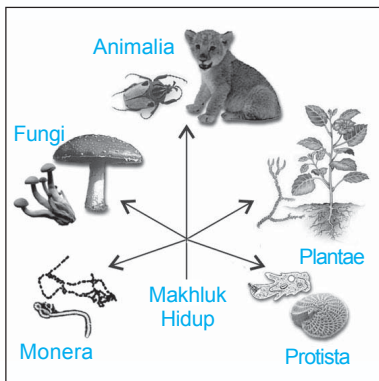
Sistem empat kingdom terdiri dari Kingdom *Monera*, *Fungi*, *Plantae*, dan *Animalia*. Kingdom *Monera* terdiri dari bakteri dan ganggang hijau-biru. Kingdom *Fungi* dipisahkan dari *Plantae* karena tidak mempunyai klorofil walaupun sama-sama mempunyai dinding sel. Sedangkan Kingdom *Animalia* meliputi berbagai hewan seperti dalam sistem tiga kingdom.

### 4. Sistem Lima Kingdom

Pencetus klasifikasi sistem lima kingdom adalah **Robert H. Whittaker**, seorang ahli biologi Amerika Serikat pada tahun 1969. Dalam klasifikasi ini Whittaker mengelompokkan makhluk hidup dalam Kingdom *Monera*, *Protista*, *Fungi*, *Plantae*, dan *Animalia*. Kingdom baru yang ditambahkan, yaitu *Protista* meliputi berbagai jenis makhluk hidup uniseluler maupun multiseluler yang menyerupai jamur, tumbuhan, dan hewan namun tidak dapat dikelompokkan ke dalam Kingdom *Fungi*, *Plantae*, dan *Animalia*.

### 5. Sistem Enam Kingdom

Pada tahun 1990, **Carl Woese**, seorang ahli biologi molekuler Amerika Serikat, mengembangkan sistem klasifikasi enam kingdom. Dalam klasifikasi ini, beliau membagi Kingdom *Monera* menjadi dua kelompok. Bakteri yang mempunyai sifat khusus dikelompokkan dalam Kingdom *Archaeobacteria*, misalnya bakteri yang mampu hidup di perairan bersuhu tinggi atau di lingkungan dengan kadar garam tinggi. Sedangkan bakteri yang lain dan ganggang hijau-biru (*Cyanophyta*) dikelompokkan dalam Kingdom *Eubacteria*. Jadi, dalam sistem klasifikasi enam kingdom, makhluk hidup dikelompokkan menjadi *Archaeobacteria*, *Eubacteria*, *Protista*, *Fungi*, *Plantae*, dan *Animalia*.



**Gambar 7.13** Sistem klasifikasi lima kingdom yang diusulkan oleh **Whittaker**.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

Dalam buku ini, kamu akan mempelajari pengelompokan makhluk hidup mengikuti sistem klasifikasi lima kingdom. Untuk memahaminya, pelajarilah uraian berikut ini.

#### a. Kingdom Monera

Kingdom Monera meliputi berbagai jenis bakteri dan ganggang hijau-biru. Ciri khas kingdom ini adalah selnya tidak memiliki membran inti sehingga disebut organisme *prokariotik*.

##### 1) Bakteri

Bakteri berukuran mikroskopis sehingga kamu hanya dapat mengamatinya dengan mikroskop. Selnya bersifat prokariotik (inti sel tidak diselubungi oleh membran inti, sehingga hanya disebut *daerah inti*). Bakteri dapat hidup hampir di semua lingkungan. Perkembangbiakannya dengan membelah diri. Pada kondisi yang ideal setiap sel bakteri akan membelah menjadi dua setiap 20 menit.

Bentuk bakteri bermacam-macam, ada yang berbentuk batang (*basil*), berbentuk bulat (*kokus*), dan ada yang berbentuk lengkung atau seperti spiral (*spirillum*). Bakteri yang berbentuk basil dan kokus biasanya mempunyai flagella (rambut cambuk) yang digunakan sebagai alat gerak. Bakteri ada yang dapat hidup tanpa menggunakan oksigen yang disebut *bakteri anaerob*, misalnya *Clostridium tetani* penyebab penyakit tetanus. Bakteri yang lain hanya dapat hidup dengan menggunakan oksigen bebas yang disebut *bakteri aerob*, misalnya *Mycobacterium tuberculosis* penyebab penyakit TBC.

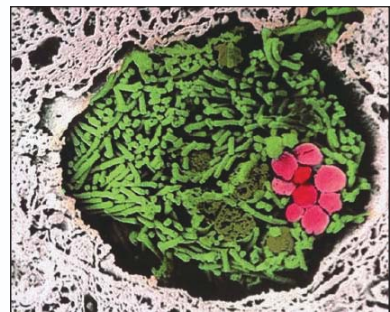
Beberapa contoh bakteri adalah sebagai berikut.

- Salmonella typosa*, penyebab penyakit tipus.
- Mycobacterium tuberculosis*, penyebab TBC.
- Escherichia coli*, hidup di usus besar manusia yang membantu membusukkan sisa makanan.
- Rhizobium radiculicola*, hidup bersimbiosis dengan tanaman kacang-kacangan yang membantu menambat nitrogen dari udara dengan membentuk bintil-bintil akar.
- Bacillus anthracis*, penyebab penyakit antraks pada ternak.

##### 2) Ganggang Hijau-Biru

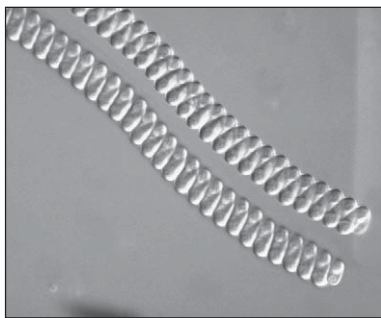
Ganggang hijau-biru mempunyai ciri-ciri seperti bakteri, namun mempunyai klorofil a yang digunakan untuk fotosintesis. Klorofil ini tidak terletak di dalam kloroplas, tetapi tersebar di dalam sitoplasma dan disebut *bakterioklorofil*. Beberapa contoh ganggang hijau-biru adalah sebagai berikut.

- Anabaena cycadae*, hidup bersimbiosis pada akar pakis haji.
- Anabaena azolla*, hidup bersimbiosis di akar paku air *Azolla piñata* sehingga dapat menyuburkan perairan.



**Gambar 7.14** *Bacillus anthracis*, dapat menyebabkan penyakit antraks pada sapi.

**Sumber:** Microsoft Student, 2006



**Gambar 7.15** *Spirulina* dibudidayakan sebagai penghasil protein sel tunggal.

Sumber: id.wikipedia.org



**Gambar 7.16** *Paramecium* adalah Protozoa yang bergerak dengan silia.

Sumber: Dokumen Penerbit

- c) *Spirulina maxima*, dimanfaatkan sebagai sumber makanan berprotein tinggi yang disebut *protein sel tunggal* (PST).
- d) *Oscillatoria*, merupakan ganggang biru yang berbentuk filamen.
- e) *Gloeocapsa*, ganggang biru bersel tunggal yang dapat memfiksasi nitrogen bebas di udara.

## b. Kingdom Protista

Kingdom Protista meliputi berbagai jenis makhluk hidup yang mempunyai sel eukariotik (mempunyai inti sel yang diselubungi membran inti). Makhluk hidup yang termasuk dalam kingdom ini adalah Protozoa dan ganggang selain ganggang biru.

### 1) Protozoa

Protozoa merupakan mikroorganisme yang mempunyai ciri-ciri seperti hewan, yaitu dapat bergerak bebas dan tidak mempunyai klorofil. Protozoa mempunyai alat gerak berupa kaki semu, silia (rambut getar), dan flagela (rambut cambuk), sehingga Protozoa dibagi menjadi empat kelompok berdasarkan alat geraknya yaitu Rhizopoda, Flagelata, Ciliata, dan Sporozoa.

Perhatikan beberapa contoh Protozoa berikut ini.

- a) *Amoeba proteus* (Rhizopoda), bergerak dengan menjulurkan sebagian protoplasma membentuk *kaki semu* atau *pseudopodia*.
- b) *Trypanosoma gambiense* (Flagellata), penyebab penyakit tidur di daerah Afrika. Bergerak dengan flagela atau rambut cambuk.
- c) *Paramecium caudatum* (Ciliata), bergerak dengan menggunakan silia atau rambut getar.
- d) *Balantidium coli* (Ciliata), penyebab penyakit diare berdarah pada manusia.
- e) *Plasmodium* sp. (Sporozoa) menyebabkan penyakit malaria pada manusia. Contohnya *Plasmodium malariae* penyebab malaria kuartana, *Plasmodium vivax* penyebab malaria tersiana tak ganas, dan *Plasmodium falciparum* penyebab malaria tersiana ganas. Plasmodium tidak mempunyai alat gerak aktif, tetapi dapat berpindah tempat dengan mengikuti aliran darah.

### 2) Ganggang (Alga)

Kamu tentu pernah melihat air kolam atau sungai yang berwarna hijau. Warna hijau itu disebabkan karena melimpahnya ganggang yang hidup di perairan itu. Selain hidup di perairan air tawar, ganggang juga dapat ditemukan di air laut dan di tempat-tempat lembab seperti tanah, tembok, dan kulit pepohonan. Ganggang mempunyai ciri-ciri yang menyerupai tumbuhan, yaitu mempunyai dinding sel dan berklorofil untuk fotosintesis. Selain klorofil, ganggang mempunyai pigmen



atau zat warna yang lain. Berdasarkan pigmen utamanya, alga dapat dikelompokkan menjadi ganggang hijau, ganggang cokelat, ganggang merah, dan ganggang keemasan/pirang.

Perhatikan contoh ganggang berikut ini.

- Chlorella*, (ganggang hijau), dibudidayakan untuk dimanfaatkan sebagai bahan makanan yang mengandung protein tinggi.
- Sargassum siliquosum* (ganggang cokelat), hidup menempel di bebatuan sepanjang pantai berbatu daerah tropis. Ukurannya beragam, dari yang kecil hingga yang mencapai panjang puluhan meter.
- Eucheuma spinosum* (ganggang merah), dikenal sebagai rumput laut yang menghasilkan agar-agar.
- Diatom (ganggang pirang), umumnya hidup sebagai plankton di laut. Diatom yang telah mati cangkangnya mengendap di dasar laut membentuk tanah diatom (tanah kersik) yang dapat digunakan sebagai bahan penyaring, bahan cat, dan bahan pelicin (amplas).



**Gambar 7.17** *Chlorella* banyak dimanfaatkan sebagai bahan makanan kaya protein.

Sumber: Dokumen Penerbit

### c. Kingdom Fungi

Kingdom Fungi meliputi berbagai jamur yang mempunyai ciri-ciri tidak berklorofil, selnya eukariotik, berdinding sel dari zat kitin, dan semua bersifat heterotrof (tidak dapat membuat makanan sendiri). Jamur ada yang bersifat mikroskopis dan ada yang makroskopis. Jamur tersusun atas benang-benang *hifa*. Hifa bercabang-cabang membentuk *miselium* yang membentuk tubuh jamur. Jamur berkembang biak dengan membentuk spora.

Perhatikan beberapa contoh jamur berikut ini.

- 1) *Rhizopus stolonifer* (Phycomycetes), digunakan untuk membuat tempe dari kedelai, sehingga dikenal sebagai jamur tempe.
- 2) *Saccharomyces cerevisiae* (Ascomycetes), dimanfaatkan untuk membuat bir dan anggur sari buah.
- 3) *Penicillium notatum* (Ascomycetes), menghasilkan antibiotik penisilin.
- 4) *Volvariella volvacea* (Basidiomycetes), dikenal sebagai jamur merang yang enak dimakan.
- 5) *Pleurotus ostreatus* (Basidiomycetes), disebut pula jamur tiram yang enak dan aman untuk dimakan.
- 6) *Alternaria* (Deuteromycetes), parasit pada tanaman kentang.
- 7) *Helminthosporium* (Deuteromycetes), parasit pada tanaman padi dan jagung.



**Gambar 7.18** Jamur tiram putih merupakan jenis Basidiomycetes yang dapat dimakan.

Sumber: Dokumen Penerbit

### d. Kingdom Plantae

Kingdom Plantae meliputi berbagai jenis tumbuhan yaitu lumut, paku, dan tumbuhan biji. Ciri khas plantae adalah mempunyai klorofil, eukariotik, selnya berdinding dari selulosa, tidak mempunyai alat gerak aktif, dan tumbuh



**Gambar 7.19** *Marchantia polymorpha*.  
Sumber: Microsoft Student, 2006

hampir tak terbatas. Plantae dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar berdasarkan ada atau tidak adanya pembuluh pengangkut, yaitu tumbuhan berpembuluh dan tumbuhan tidak berpembuluh.

#### 1) Tumbuhan tidak berpembuluh (Atracheophyta)

Tumbuhan Atracheophyta tidak mempunyai pembuluh pengangkut xilem dan floem serta belum mempunyai akar, batang, dan daun sejati. Yang termasuk dalam kelompok ini adalah berbagai jenis lumut (*Bryophyta*). Perkembangbiakan lumut secara vegetatif dengan membentuk spora yang dihasilkan oleh *sporogonium*. Perkembangbiakan generatifnya dengan peleburan gamet jantan yang dihasilkan *anteridium* dengan gamet betina yang dihasilkan *arkegonium*. Tumbuhan lumut mengalami metagenesis atau pergiliran keturunan dalam perkembangbiakannya.

Tumbuhan lumut dapat dibedakan menjadi lumut hati (*Hepaticeae*) dan lumut daun (*Musci*). Contoh lumut hati adalah *Marchantia polymorpha*, berbentuk lembaran dengan daun berwarna hijau dan tepinya terbelah-belah. Hidup di tempat basah pada pohon, tanah, atau batu cadas. Contoh lumut daun adalah *Polytricum commune*, mempunyai batang dan daun semu yang berdiri tegak. Pada ujung batang terdapat alat perkembangbiakan generatif, yaitu *anteridium* dan *arkegonium*.

#### 2) Tumbuhan berpembuluh (Tracheophyta)

Tumbuhan Tracheophyta memiliki xilem dan floem sebagai alat pengangkutan. Selain itu juga sudah memiliki akar, batang, dan daun sejati (*kormus*) sehingga sering disebut sebagai tumbuhan berkormus. Berdasarkan alat perkembangbiakannya, tumbuhan berpembuluh dapat dikelompokkan menjadi tumbuhan paku (*Pteridophyta*) dan tumbuhan berbiji (*Spermatophyta*).

##### a) Tumbuhan paku (*Pteridophyta*)

Tumbuhan paku mempunyai alat perkembangbiakan vegetatif berupa spora yang dihasilkan oleh *sporangium*. Oleh karena itu sering disebut tumbuhan *kormofita berspora*. Sporangium terkumpul dalam bagian yang disebut *sorus*. Sorus biasanya terdapat di permukaan bawah daun. Perhatikan contoh tumbuhan paku berikut ini.

- (1) *Lycopodium clavatum*, digunakan sebagai bahan obat.
- (2) *Lycopodium cernuum*, sering digunakan dalam karangan bunga.
- (3) *Equisetum debile*, dikenal sebagai rumput betung atau paku ekor kuda. Hidup di pegunungan atau rawa-rawa. Mempunyai rhizoma yang menjalar. Batangnya mengandung zat kersik yang dapat digunakan sebagai penggosok logam.



**Gambar 7.20** Bentuk daun paku *Pteridium aquilinum* cukup indah sehingga banyak ditanam sebagai tanaman hias.

Sumber: Microsoft Student, 2006

- (4) Paku tanduk rusa (*Platyserium bifurcatum*) dan suplir (*Adiantum cuneatum*) mempunyai daun yang indah, sehingga banyak dipelihara sebagai tanaman hias.
- (5) *Azolla pinnata*, jenis paku yang hidup di perairan dan bersimbiosis dengan ganggang hijau-biru *Anabaena azolla*. Ganggang ini dapat menambat nitrogen dari udara bebas, sehingga membantu menyuburkan perairan.

b) Tumbuhan berbiji (Spermatophyta)

Tumbuhan berbiji mempunyai alat perkembang-biakan generatif berupa biji. Oleh karena itu sering disebut tumbuhan *kormofita berbiji*. Biji dihasilkan dari organ bunga sehingga tumbuhan berbiji juga disebut tumbuhan berbunga (Anthophyta).

Tumbuhan berbiji dapat dibedakan menjadi dua kelompok berdasarkan letak bakal bijinya, yaitu Gymnospermae (tumbuhan biji terbuka) dan Angiospermae (tumbuhan biji tertutup). Contoh Gymnospermae adalah melinjo (*Gnetum gnemon*), pakis haji (*Cycas rumpii*), damar (*Agatis alba*), dan balsam (*Abies balsama*). Contoh Angiospermae adalah padi (*Oryza sativa*), kelapa (*Cocos nucifera*), jagung (*Zea mays*), kacang tanah (*Arachis hypogaea*), asam (*Tamarindus indica*), dan beringin (*Ficus benjamina*). Berdasarkan jumlah keping bijinya, tumbuhan berbiji tertutup dibedakan menjadi tumbuhan dikotil dan monokotil. Dapatkah kamu menyebutkan ciri-ciri, perbedaan, dan memberikan contohnya?



**Gambar 7.21** Bentuk daun dan rujung *Agathis* sp.

Sumber: Microsoft Student, 2006

e. Kingdom Animalia

Kingdom Animalia meliputi berbagai jenis hewan. Ciri khas hewan adalah tidak mempunyai klorofil, mempunyai alat gerak aktif, eukariotik, dan bersel banyak. Kingdom Animalia dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan ada atau tidak adanya tulang belakang (*vertebrae*).

1) Hewan tidak bertulang belakang (Avertebrata)

Ciri khas hewan Avertebrata adalah tidak mempunyai tulang belakang. Hewan yang termasuk dalam kelompok Avertebrata merupakan hewan sederhana. Kelompok hewan ini dibedakan menjadi enam filum yaitu sebagai berikut.

a) Hewan berpori (Porifera)

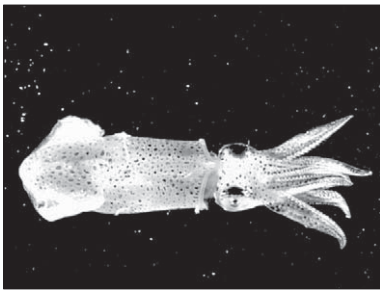
Kebanyakan Porifera hidup di laut, pada permukaan tubuhnya terdapat pori-pori halus sebagai tempat masuknya air yang berhubungan dengan sistem saluran air (*spongosol*). Pada saluran ini terdapat sel-sel leher (*koanosit*) yang mempunyai flagella bertugas meng-gerakkan air dan menangkap makanan. Contoh porifera adalah *Leucosolenia*, *Spongila*, *Euplectella*, dan *Euspongia*.





**Gambar 7.22** *Aurelia aurita* hidup bebas berenang di laut (medusa).

**Sumber:** Microsoft Student, 2006



**Gambar 7.23** Cumi-cumi termasuk hewan lunak kelas Cephalopoda.

**Sumber:** Dokumen Penerbit



**Gambar 7.24** Laba-laba termasuk hewan Arthropoda.

**Sumber:** Microsoft Student, 2006

b) Hewan berongga (Coelenterata)

Tubuh Coelenterata berongga dengan mulut umumnya terletak di bagian atas yang dikelilingi oleh *tentakel* (lengan-lengan peraba). Bentuk tubuhnya ada yang melekat di dasar perairan (disebut *polip*) dan ada yang hidup bebas berenang di perairan (disebut *medusa*). Contoh Coelenterata antara lain *Hydra*, *Obelia*, *Aurelia aurita*, *Acropora*, berbagai jenis binatang karang, dan anemon laut.

c) Hewan cacing (Vermes)

Tubuh Vermes berbentuk memanjang yang pipih, gilig, atau beruas-ruas. Cacing ada yang hidup bebas dan ada yang parasit pada tubuh manusia dan hewan. Perhatikan contoh hewan cacing berikut ini.

- (1) *Taenia solium* (cacing pita babi), hidup sebagai parasit di usus babi dan dapat menular ke manusia.
- (2) *Fasciola hepatica* (cacing hati), hidup sebagai parasit pada hati domba.
- (3) *Wuchereria bancrofti*, penyebab penyakit kaki gajah.
- (4) *Ascaris lumbricoides* (cacing perut), hidup sebagai parasit di perut manusia.
- (5) *Lumbricus terrestris* (cacing tanah), dapat membantu menggemburkan tanah pertanian.
- (6) *Eunice viridis* (cacing wawo), hidup di laut Maluku yang dapat dimakan.
- (7) *Hirudo medicinalis* (lintah), sering menempel di kulit manusia atau hewan untuk menghisap darah.

d) Hewan lunak (Mollusca)

Mollusca mempunyai tubuh yang lunak dan dapat mensekresikan lendir. Umumnya tubuh dilindungi oleh cangkang yang keras. Mollusca dapat hidup di air laut, air tawar, dan di daratan. Contohnya Mollusca adalah *Achatina fulica* (bekicot), *Lymnea javanica* (siput air tawar), *Loligo fulii* (cumi-cumi), *Sepia officinalis* (sotong), *Octopus* (gurita), *Ostrea* (kerang), *Pinctada margaritifera* (tiram mutiara), dan *Tridacna gigas* (kima).

e) Hewan berkaki beruas-ruas (Arthropoda)

Tubuh dan kaki Arthropoda beruas-ruas. Tubuhnya terdiri atas kepala, dada, dan perut. Pada beberapa jenis kepala dan dada menyatu yang disebut *sefalotoraks*. Pada kulit terdapat rangka luar dari zat kitin. Arthropoda meliputi kelompok udang-udangan, serangga, laba-laba, dan lipan. Coba kamu sebutkan contoh hewan yang termasuk Arthropoda!

f) Hewan berkulit duri (Echinodermata)

Echinodermata hidup di laut. Tubuhnya diliputi oleh kerangka luar dari lempengan kapur yang membentuk duri-duri kecil. Hewan ini mempunyai sistem saluran air yang berhubungan dengan alat geraknya yang disebut

kaki ambulakral. Echinodermata dibedakan menjadi lima kelompok yaitu bintang laut, landak laut, bintang luar, lilia laut, dan teripang.

## 2) Vertebrata (hewan bertulang belakang)

Ciri khas hewan Vertebrata adalah mempunyai tulang belakang sebagai sumbu utama tubuh. Mempunyai kerangka dalam (*endoskeleton*) berupa tulang-tulang rangka. Sistem organ seperti sistem pernapasan, peredaran darah, koordinasi, dan pencernaan berkembang lebih maju dibandingkan hewan Avertebrata. Kelompok hewan ini dibedakan menjadi lima kelas, yaitu Pisces (berbagai jenis ikan bertulang keras dan bertulang rawan), Ampibia (berbagai jenis katak dan salamander), Reptilia (hewan melata yaitu berbagai jenis ular, kadal, buaya, dan kura-kura), Aves (unggas dan berbagai jenis burung), dan Mamalia (berbagai jenis hewan menyusui).



**Gambar 7.25** Bintang laut hidup di dasar laut dangkal.

**Sumber:** Dokumen Penerbit



**Gambar 7.26** Kura-kura (kiri) dan badak (kanan) termasuk jenis hewan bertulang belakang (Vertebrata).

**Sumber:** Microsoft Encarta 2006

## Latihan 7.2

1. Apa yang menyebabkan timbulnya berbagai variasi ciri atau sifat pada manusia?
2. Apakah perbedaan antara sel prokariotik dan sel eukariotik?
3. Sebutkan perbedaan ciri tanaman dikotil dan monokotil.
4. Sebutkan ciri-ciri hewan Mamalia.



## C Tata Nama Ilmiah dan Kunci Determinasi

Untuk kepentingan ilmu pengetahuan dan menyatukan persepsi secara internasional, maka makhluk hidup diberi nama ilmiah. **Carolus Linnaeus** sebagai peletak dasar klasifikasi mengetengahkan sistem kode internasional tata nama ilmiah yang disebut *binomial nomenklatur*, yang berarti tata nama ganda. Aturan tata nama ilmiah adalah sebagai berikut.

1. Nama ilmiah terdiri dari dua kata dalam bahasa latin atau kata yang dilatinkan.
2. Kata pertama menunjukkan marga (genus) yang ditulis dengan huruf pertama kapital.



**Gambar 7.27** Urutan takson dalam klasifikasi sistem filo-genik.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

3. Kata kedua menunjukkan jenis (spesies) yang ditulis dengan huruf kecil.
4. Nama ilmiah ditulis dengan huruf miring atau dengan garis bawah.

Contohnya adalah sebagai berikut.

- a. Jagung nama ilmiahnya *Zea mays*,
- b. Paramecium nama ilmiahnya *Paramecium caudatum*,
- c. Anjing nama ilmiahnya *Canis familiaris*.

Sistem penamaan di atas tidak terlepas dari klasifikasi, yaitu klasifikasi yang dilakukan secara bertingkat. Setiap tingkatan disebut takson. Semakin tinggi tingkatan takson semakin sedikit persamaan cirinya, semakin rendah tingkatan takson semakin banyak persamaan cirinya. Perhatikan urutan takson dari tingkat tinggi sampai terendah pada gambar di samping.

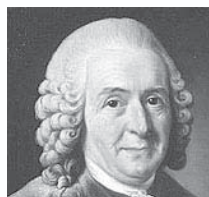
Perhatikan contoh klasifikasi pada **Tabel 7.3** berikut ini.

**Tabel 7.3** Urutan takson dalam klasifikasi beberapa jenis hewan dan tumbuhan.

Takson	Kucing	Merpati	Pir	Padi
Kingdom	Animalia	Animalia	Plantae	Plantae
Filum/Divisi	Chordata	Chordata	Spermatophyta	Spermatophyta
Kelas	Mamalia	Aves	Magnoliopsida	Liliopsida
Ordo	Carnivora	Columbiformes	Rosales	Poales
Famili	Felidae	Columbidae	Rosaceae	Poaceae
Genus	Felis	Columba	Pyrus	Oryza
Spesies	<i>Felis catus</i>	<i>Columba livia</i>	<i>Pyrus communis</i>	<i>Oryza sativa</i>

## Tokoh Sains

**Carolus Linnaeus**



Carolus Linnaeus (23 Mei 1707 – 10 Januari 1778) adalah seorang ilmuwan Swedia yang meletakkan dasar tatanama biologi. Ia dikenal sebagai "bapak taksonomi modern" dan juga merupakan salah satu bapak ekologi modern.

Linnaeus ialah ahli botani yang paling dihormati pada masanya, dan ia juga terkenal dengan kemampuan bahasanya. Selain menjadi ahli botani, Linnaeus juga ahli dalam zoologi dan adalah seorang dokter.

Dalam klasifikasi modern, makhluk hidup ditempatkan ke dalam kelompok-kelompok yang memiliki kesamaan ciri. Tahukah kamu, bagaimanakah cara mengidentifikasi suatu makhluk hidup untuk dimasukkan ke dalam suatu kelompok? Salah satu langkah yang dapat ditempuh adalah dengan menyusun ciri yang berlawanan. Pada setiap langkah terdapat dua pilihan (dua ciri yang saling berlawanan) yang harus dipilih untuk menentukan urutan identifikasi berikutnya. Perangkat kunci determinasi seperti ini disebut *kunci dikotomi*. Jika salah satu ciri telah sesuai, alternatif lainnya akan gugur. Misalnya sebuah hewan sedang diidentifikasi memuat pilihan sebagai berikut.

1. a. Hewan memiliki sepasang kaki..... ke nomor 2
- b. Hewan tidak memiliki sepasang kaki..... ke nomor 5

Jika hewan yang sedang diidentifikasi adalah ikan, maka pilihan yang dipilih adalah 1b, karena ikan tidak memiliki sepasang kaki. Jika alternatif 1b yang dipilih, maka langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi ciri lain di nomor 5. Demikian seterusnya hingga diketahui kelompok (takson) dan nama jenis makhluk hidup tersebut.



Sebagai latihan menggunakan kunci determinasi, lakukan **Kegiatan 7.3** berikut ini.

### Kegiatan 7.3

#### Kunci Determinasi Sederhana

**Tujuan:**

Mengidentifikasi hewan dengan menggunakan kunci determinasi.

**Alat dan bahan:**

Berbagai gambar hewan bertulang belakang seperti kuda, unta, ikan, katak, buaya, ular, kadal, gajah, cenderawasih, dan kelinci.

**Prosedur kerja:**

Identifikasi gambar hewan yang tersedia satu per satu dengan menggunakan kunci determinasi berikut.

*Kunci determinasi*

1. a. Memiliki sirip, bernapas dengan insang selamanya ..... kelas *Pisces*  
b. Tidak memiliki sirip atau bernapas dengan insang saat kecil ..... ke nomor 2
2. a. Kulit halus dan lembap ..... kelas *Amfibia*  
b. Kulit ditutupi sisik, rambut, atau bulu ..... ke nomor 3
3. a. Kulit ditutupi oleh sisik ..... kelas *Reptilia*  
b. Kulit ditutupi bulu atau rambut ..... ke nomor 4
4. a. Kulit ditutupi bulu dan memiliki sisik ..... kelas *Aves*  
b. Kulit berambut dan terdapat kelenjar susu ..... kelas *Mamalia*

**Pertanyaan:**

Manakah dari hewan-hewan di atas yang berada dalam satu kelas?

Kamu juga dapat menyusun kunci determinasi sederhana untuk mengelompokkan makhluk hidup. Caranya adalah dengan membagi kelompok makhluk hidup yang ada menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil, kemudian masing-masing kelompok dibagi-bagi lagi. Demikian seterusnya sehingga dalam setiap kelompok hanya tinggal tersisa satu jenis makhluk hidup. Cara membaginya adalah dengan memperhatikan sifat yang berlawanan. Ingat bahwa setiap makhluk hidup yang terbagi harus masuk ke dalam salah satu kelompok yang lebih kecil atau tidak boleh masuk kedua-duanya.

### Tugas 7.1

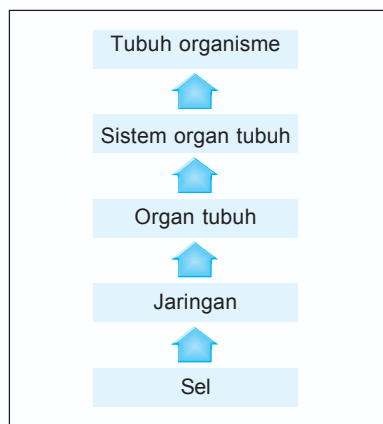
Jika tersedia gambar hewan ikan, ular, capung, hiu, harimau, cacing, kepiting, belalang, tanaman padi, dan bunga mawar, buatlah kunci determinasi sederhana untuk memisahkan semua makhluk hidup tersebut.



## D Organisasi Kehidupan

Kamu telah mempelajari adanya keanekaragaman makhluk hidup. Semua makhluk hidup tubuhnya tersusun atas kumpulan sel-sel. *Sel* merupakan unit terkecil dari makhluk hidup. Semua kegiatan hidup dari makhluk hidup adalah perwujudan dari proses yang terjadi di dalam sel. Pada organisme uniseluler sebuah sel merupakan satu individu. Jadi segala aktivitasnya dilakukan dengan satu sel itu, misalnya respirasi, mencerna makanan, dan berkembang biak. Pada organisme multiseluler, sel-sel saling bekerja sama membentuk jaringan. Jadi *jaringan* adalah sekelompok sel yang mempunyai bentuk yang sama dan mempunyai fungsi yang sama, misalnya jaringan epidermis merupakan lapisan sel-sel yang terletak paling luar.

Jaringan merupakan organisasi sel, namun suatu jaringan saja tidak dapat melakukan fungsi yang lebih besar tanpa bekerjasama dengan jaringan lain. Oleh karena itu jaringan-jaringan saling bekerjasama membentuk *organ*. Misalnya organ daun tersusun atas jaringan parenkim palisade, parenkim spons, jaringan pengangkut, dan jaringan epidermis. Beberapa organ kemudian bersatu membentuk *sistem organ*. Sebagai contoh sistem pernapasan tersusun atas laring, trakea, bronkus, dan paru-paru. Tubuh organisme tersusun atas beberapa sistem organ. Coba kamu sebutkan berbagai sistem organ yang menyusun tubuh manusia. Urutan organisasi dari sel membentuk jaringan, jaringan membentuk organ, organ membentuk sistem organ inilah yang disebut *organisasi kehidupan*.

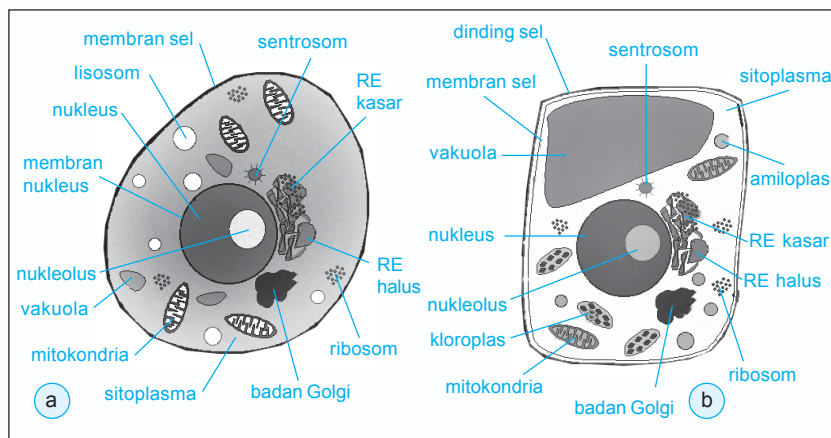


**Gambar 7.28** Bangun tingkat organisasi kehidupan.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

### 1. Struktur dan Fungsi Sel

Kata sel berasal dari bahasa latin *cellulae*, yang berarti bilik kecil. Istilah ini diberikan oleh **Robert Hooke**, seorang ahli fisika-matematika dari Inggris pada tahun 1665. Hooke mengamati irisan gabus penutup botol dengan mikroskop dan menemukan rongga-rongga kecil seperti sarang lebah yang disebutnya *sel*.



**Gambar 7.29** (a) Sel hewan dan (b) sel tumbuhan.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

Ukuran sel sangat kecil, sehingga kamu hanya dapat mengamatinya dengan bantuan mikroskop. Makhluk hidup ada yang tersusun oleh satu sel (*uniseluler*) contohnya bakteri dan amoeba. Ada juga makhluk hidup yang tersusun oleh banyak sel (*multiseluler*), contohnya cacing, manusia, dan tumbuhan. Meskipun sel yang menyusun tubuh makhluk hidup beraneka ragam, sesungguhnya struktur dasar sel hampir sama.

Setiap sel tersusun atas membran sel, protoplasma, dan inti sel. Protoplasma merupakan cairan sel yang di dalamnya terlarut berbagai bahan organik dan anorganik. Pada protoplasma terdapat organela-organela dan inti sel.

a. Membran sel

Membran sel atau membran plasma merupakan batas antara bagian luar dan dalam sel, berfungsi sebagai pengatur keluar masuknya zat dan pelindung sitoplasma. Melalui membran sel ini berbagai zat seperti oksigen dan zat makanan masuk ke dalam sel, sedangkan zat sisa keluar dari dalam sel.

b. Protoplasma

Protoplasma merupakan cairan sel (plasma sel) yang bersifat koloid karena partikel yang terlarut di dalamnya berukuran  $0,001 - 0,1 \mu\text{m}$ . Protoplasma dibedakan atas nukleoplasma dan sitoplasma. *Nukleoplasma* adalah cairan yang ada pada inti sel, sedangkan *sitoplasma* berada di antara membran sel dan membran inti. Komponen sitoplasma terbesar adalah air ( $\pm 80\% - 90\%$ ) dan bahan-bahan terlarut seperti karbohidrat, protein, lemak, dan garam-garam mineral.

c. Inti sel (*nukleus*)

Inti sel umumnya terletak di tengah-tengah sel, berbentuk oval atau bulat. Fungsinya sebagai pengatur seluruh kegiatan sel. Di dalam inti sel terdapat kromosom yang berperan dalam menentukan sifat keturunan (*hereditas*).

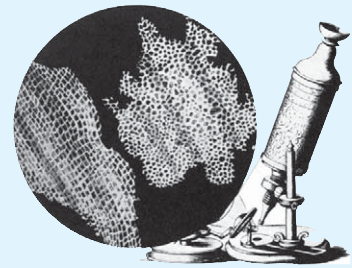
Guna melangsungkan proses-proses kehidupannya, sel memiliki organela-organela sel yang berada pada sitoplasma dan masing-masing menjalankan fungsi yang berbeda-beda. Beberapa organela sel adalah sebagai berikut.

- a. *Mitokondria*, berfungsi sebagai tempat terjadinya respirasi sel yaitu untuk menghasilkan energi.
- b. *Retikulum endoplasma*, merupakan sistem membran yang menghubungkan membran inti dengan membran sel. Berfungsi untuk menyusun dan menyalurkan zat-zat ke bagian-bagian sel. Retikulum endoplasma dapat dibedakan menjadi retikulum endoplasma halus dan retikulum endoplasma kasar. *Retikulum endoplasma kasar* ditempeli oleh ribosom sedangkan *retikulum endoplasma halus* tidak ditempeli ribosom.
- c. *Ribosom*, ada yang menempel pada retikulum endoplasma dan ada yang bebas terdapat pada sitoplasma. Fungsi ribosom sebagai tempat pembentukan protein.

## Info Sains

### Pengamat Sel Pertama

Gambar-gambar ini dibuat oleh Robert Hooke dalam bukunya *Mikrographia*. Pada ujung kiri terdapat potongan membujur gabus yang sangat tipis seperti di sebelahny adalah potongan melintang gabus. Di sini juga dapat kita lihat mikroskop yang dipakai oleh Hooke. Ia adalah orang pertama yang memperlihatkan bahwa tumbuhan tersusun dari sel-sel.





- d. *Plastida*, merupakan organela yang mengandung pigmen warna tertentu, biasanya hanya terdapat pada sel tumbuhan. Plastida yang memiliki zat warna hijau atau klorofil disebut dengan kloroplas, fungsinya untuk fotosintesis.
- e. *Vakuola*, pada sel tumbuhan ukurannya besar, fungsinya untuk menyimpan cadangan makanan. Pada Protozoa terdapat *vakuola makanan* untuk mencerna makanan dan *vakuola kontraktil* untuk yaitu mengatur konsentrasi cairan dalam sel (osmoregulasi).
- f. *Badan Golgi*, berfungsi untuk alat sekresi protein pada lendir. Pada tumbuhan organel ini disebut *diktiosom*.
- g. *Lisosom*, berfungsi untuk mencerna bagian sel yang rusak atau zat-zat asing yang masuk dalam sel karena organela ini berisi enzim pencernaan.

Untuk mengamati struktur sel hewan dan tumbuhan, lakukan **Kegiatan 7.4** berikut ini.

## Kegiatan 7.4

### Mengamati Sel Hewan dan Sel Tumbuhan

#### Tujuan:

Mengamati struktur sel hewan dan tumbuhan.

#### Alat dan bahan:

- |                                      |                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Sel epitel rongga mulut           | 5. Mikroskop                    |
| 2. Selaput dalam umbi lapis bawang   | 6. Gelas benda dan kaca penutup |
| 3. Gambar sel hewan dan sel tumbuhan | 7. Skalpel                      |
| 4. Pipet tetes                       | 8. Akuades                      |

#### Prosedur kerja:

1. Untuk membuat preparat sel hewan, bersihkan tangkai skalpel dengan akuades, kemudian koreklah bagian dalam pipimu dengan tangkai skalpel. Oleskan hasil korekan pada gelas objek, lalu tetesi dengan akuades dan tutup dengan gelas penutup.
2. Untuk membuat preparat sel tumbuhan, sayatlah setipis mungkin atau kelupas selaput terluar umbi bawang merah, letakkan di atas gelas objek dan tetesi dengan akuades lalu tutup dengan gelas penutup.
3. Amatilah preparat di bawah mikroskop, mula-mula gunakan perbesaran lemah lalu lanjutkan dengan perbesaran kuat bila diperlukan. Gambarlah sel yang berhasil kamu temukan dan beri keterangan dari bagian-bagian yang tampak.

#### Pertanyaan:

1. Bagaimana bentuk sel epitel yang kamu amati?
2. Bagaimana bentuk sel epidermis yang kamu amati?
3. Bagian-bagian sel apa saja yang dapat kamu amati? Bandingkan dengan gambar yang ada di buku. Mengapa tidak semua organela sel dapat kamu temukan?
4. Amati lagi kedua gambar hasil pengamatanmu. Bila perlu kamu dapat mengamati gambar sel hewan dan sel tumbuhan yang ada di buku. Buatlah tabel identifikasi perbedaan antara sel hewan dan tumbuhan.
5. Diskusikan dengan kelompokmu, apakah perbedaan-perbedaan itu berlaku untuk semua jenis hewan dan tumbuhan.
6. Apa yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan di atas?

## 2. Jaringan pada Hewan dan Manusia

Di bagian depan kamu telah mempelajari bahwa sel-sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama saling bekerjasama membentuk jaringan. Pada hewan dan manusia terdapat beberapa jaringan yaitu jaringan epitel, ikat, otot, dan saraf.

### a. Jaringan Epitel

Jaringan epitel tersusun dari sel-sel yang rapat dan berdekatan satu dengan yang lain sehingga tidak ada rongga antarsel. Jaringan ini berfungsi melapisi suatu rongga dalam atau permukaan luar, menerima rangsang, atau sebagai kelenjar. Lapisan sel epitel melekat pada suatu membran disebut *membran basalis*. Bentuk-bentuk sel epitel ada yang pipih, kubus, dan silindris. Sel-sel ini dapat tersusun dalam satu lapis sel atau berlapis-lapis. Contohnya sel epitel pada dinding usus halus berbentuk silindris yang tersusun selapis. Perhatikan **Gambar 7.30**.



**Gambar 7.30** (a) Penampang melintang usus, lapisan yang paling luar merupakan jaringan epitel yang melapisi dinding usus. (b) Sel-sel yang menyusun jaringan epitel dilihat dari atas.

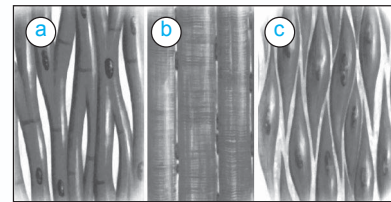
Sumber: Microsoft Encarta 2006

### b. Jaringan Ikat

Susunan sel-sel jaringan ikat agak renggang dan mengandung banyak pembuluh darah kecuali pada jaringan ikat tulang rawan. Fungsi utama jaringan ikat ialah sebagai pelindung (*proteksi*), penunjang, dan mengikat berbagai jaringan dan organ. Jaringan ikat juga berfungsi untuk menyimpan lemak serta menghancurkan bakteri dan sel-sel yang sudah mati. Contoh jaringan ikat adalah jaringan darah, jaringan tulang, dan jaringan lemak.

### c. Jaringan Otot

Jaringan otot meliputi 40%–50% berat badan. Otot dapat berkontraksi, kontraksi beberapa otot akan menggerakkan tulang sehingga menghasilkan gerak. Oleh karena itu otot disebut sebagai *alat gerak aktif*, sedangkan rangka disebut *alat gerak pasif*. Otot dapat dibedakan menjadi otot rangka, otot polos, dan otot jantung. Perhatikan perbedaan antara otot lurik, otot polos, dan otot jantung pada **Tabel 7.4**.



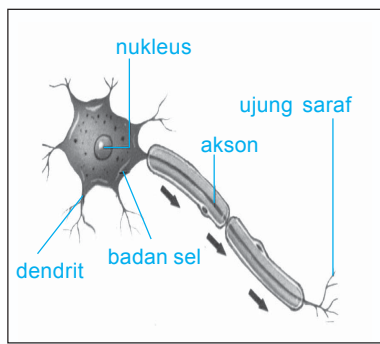
**Gambar 7.31** Jaringan otot (a) otot jantung, (b) otot rangka, (c) otot polos.

Sumber: The Human Body Atlas

**Tabel 7.4** Perbedaan antara otot lurik, otot polos, dan otot jantung.

No.	Ciri-Ciri	Otot Lurik	Otot Polos	Otot Jantung
1.	Letak	Menyusun otot yang melekat pada tulang rangka.	Menyusun alat-alat dalam, misalnya dinding usus dan pembuluh darah.	Menyusun otot pada dinding jantung.
2.	Bentuk sel	Sel bulat memanjang, ada banyak inti terletak di tepi.	Ujung sel meruncing, inti berjumlah satu, di tengah.	Bulat memanjang dengan ujung bercabang, ada banyak inti sel terletak di tengah.
3.	Kontrol saraf	Otot sadar (kontraksi dikontrol oleh sistem saraf sadar)	Otot tak sadar (kontraksi tidak dikontrol oleh sistem saraf sadar).	Otot tak sadar.
4.	Reaksi	Cepat	Lambat	Lambat
5.	Sifat kerja	Cepat lelah	Tidak cepat lelah.	Tidak cepat lelah.





**Gambar 7.32** Struktur sebuah neuron.

Sumber: Kamus Sains

#### d. Jaringan Saraf

Jaringan saraf tersusun dari sel-sel saraf yang disebut neuron. Neuron berfungsi sebagai penghantar impuls dari reseptor (penerima rangsang) ke otak dan menghantar impuls untuk menanggapi rangsang dari otak ke efektor (otot dan kelenjar). Terdapat tiga macam neuron, yaitu sebagai berikut.

- 1) Neuron sensorik, berfungsi menghantarkan impuls dari penerima rangsang (reseptor) ke saraf pusat (otak atau sumsum tulang belakang).
- 2) Neuron motorik, berfungsi menghantarkan impuls dari saraf pusat ke efektor (organ yang memberi tanggapan terhadap rangsang yaitu otot dan kelenjar).
- 3) Neuron asosiasi, berfungsi menghubungkan sel saraf satu dengan sel saraf lain sehingga penghantar impuls dapat berjalan baik.

### 3. Jaringan pada Tumbuhan

Jaringan pada tumbuhan dapat dibedakan menjadi jaringan meristem dan jaringan permanen. Jaringan meristem adalah jaringan yang sel-selnya aktif mengalami pembelahan, contoh pada ujung akar dan ujung batang. Sedangkan sel-sel jaringan permanen sudah tidak mengalami pembelahan. Jaringan permanen dapat dibedakan menjadi tiga jaringan pokok, yaitu jaringan epidermis, jaringan dasar atau parenkim, dan jaringan pengangkut. Pada beberapa bagian tumbuhan juga terdapat jaringan penguat yang berkembang dari jaringan parenkim.

#### a. Jaringan Epidermis

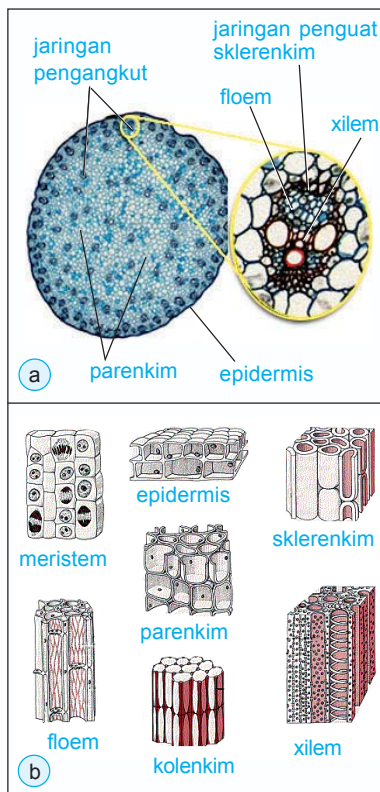
Jaringan pelindung tersusun dari sel-sel epidermis yang rapat dan terdapat di permukaan luar organ tumbuhan. Fungsinya sebagai pelindung jaringan yang ada di bawahnya. Jaringan epidermis dapat mengalami modifikasi membentuk struktur khusus, misalnya stomata pada daun, bulu akar pada akar, dan membentuk rambut-rambut kelenjar (*trikoma*) pada daun.

#### b. Jaringan Parenkim

Jaringan parenkim terdapat pada seluruh organ tumbuhan. Jaringan ini mengisi daerah di antara jaringan-jaringan lain, sehingga juga disebut jaringan dasar. Jaringan ini juga berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan. Pada daun jaringan parenkim berfungsi untuk fotosintesis, terutama pada jaringan parenkim palisade (jaringan pagar) dan parenkim spons karena banyak mengandung klorofil.

#### c. Jaringan Pengangkut

Jaringan pengangkut terdiri dari jaringan xilem dan floem. Xilem atau pembuluh kayu berfungsi mengangkut air dari akar ke daun. Sedangkan floem atau pembuluh tapis berfungsi untuk mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh.



**Gambar 7.33** (a) Penampang melintang batang tumbuhan monokotil, tampak berbagai jaringan yang menyusun batang. (b) Bentuk dan susunan jaringan pada tumbuhan.

Sumber: [www.phschool.com](http://www.phschool.com) (gambar a) dan [users.rcn.com](http://users.rcn.com) (gambar b)



#### d. Jaringan Penguat

Jaringan penguat berfungsi untuk memperkuat atau memperkokoh struktur tumbuhan, misalnya pada biji salak, tempurung kelapa, tangkai daun, tangkai buah, dan sebagainya. Dinding selnya mengalami penebalan di sudut-sudut atau seluruhnya. Jaringan penguat ada yang berbentuk serabut, bintang, bulat, dan lain-lain. Contoh jaringan penguat adalah sklerenkim dan kolenkim (**Gambar 7.33**).

Untuk mengamati jaringan pada tumbuhan, lakukan **Kegiatan 7.5** berikut ini.

#### Kegiatan 7.5

##### Mengamati Jaringan pada Tumbuhan

###### Tujuan:

Mengamati struktur jaringan pada tumbuhan.

###### Alat dan bahan:

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1. Batang tanaman pacar cina                | 4. Mikroskop                    |
| 2. Daun adam hawa ( <i>Rhoeo discolor</i> ) | 5. Gelas objek dan kaca penutup |
| 3. Silet/cutter                             | 6. Air dan pipet tetes          |

###### Prosedur kerja:

1. Untuk membuat preparat penampang melintang batang, buatlah sayatan melintang setipis mungkin pada batang pacar cina. Letakkan sayatan di atas gelas objek, tetesi dengan air, dan tutup dengan gelas penutup.
2. Untuk membuat preparat irisan daun, buatlah sayatan melintang dan membujur setipis mungkin pada daun adam hawa (*Rhoeo discolor*). Letakkan sayatan di atas gelas objek, tetesi dengan air, dan tutup dengan gelas penutup.
3. Amati di bawah mikroskop, mula-mula gunakan perbesaran lemah lalu lanjutkan dengan perbesaran kuat bila diperlukan.
4. Gambarlah struktur jaringan pada batang pacar cina dan daun (*Rhoeo discolor*) dan lengkapi dengan keterangannya.

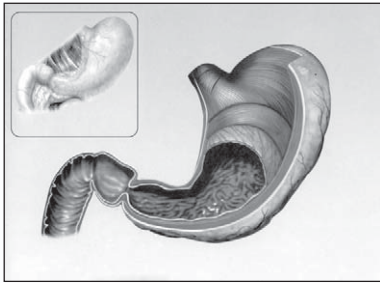
###### Pertanyaan:

1. Jaringan apa saja yang dapat kamu amati?
2. Bagaimana perbedaan susunan jaringan epidermis dan jaringan parenkim pada batang?
3. Bagaimana struktur jaringan daun yang kamu amati? Bandingkan dengan gambar yang ada di buku.

#### Latihan 7.3

1. Mengapa sel hati banyak mengandung mitokondria?
2. Mengapa darah termasuk jaringan pengikat?
3. Di manakah letak jaringan meristem dan apakah fungsinya?

#### 4. Organ pada Hewan dan Manusia



**Gambar 7.34** Organ lambung menyusun sistem pencernaan manusia.

**Sumber:** *The Human Body Atlas*

Organ merupakan sekumpulan jaringan yang memiliki fungsi dan struktur sama. Setiap organ menjalankan fungsinya dan didukung oleh organ lainnya sehingga membentuk sistem organ. Organ pada hewan beragam kelengkapannya, semakin tinggi tingkatan suatu hewan maka organ-organnya semakin lengkap. Misalnya antara ikan dengan sapi, tentunya organ pada sapi lebih banyak dan kompleks dibandingkan organ pada ikan. Organ pada manusia lebih lengkap dibandingkan hewan dan tumbuhan. Setiap organ memiliki fungsi khusus, misalnya mata untuk melihat, lambung untuk mencerna makanan, dan hidung untuk mencium bau. Organ-organ saling bekerjasama membentuk sistem organ, misalnya sistem pencernaan tersusun dari organ mulut, tenggorokan, lambung, usus, dan anus.

Untuk mengamati organ dan sistem organ pada tubuh manusia, lakukan **Kegiatan 7.6** berikut ini.

#### Kegiatan 7.6

##### Organ dan Sistem Organ pada Manusia

###### Tujuan:

Mendeskrripsikan keterkaitan antara organ dan sistem organ pada manusia.

###### Alat dan bahan:

Charta anatomi tubuh manusia dari berbagai sumber pustaka.

###### Prosedur kerja:

1. Carilah charta anatomi tubuh manusia. Kamu dapat menemukan dari berbagai sumber pustaka. Manfaatkan buku-buku yang ada di perpustakaan, melalui internet, atau dari sumber lain yang memungkinkan.
2. Identifikasi organ-organ yang ada dalam charta anatomi tubuh manusia.
3. Kelompokkan berdasarkan sistem organ yang sesuai, kemudian buatlah tabel seperti contoh di bawah (dikerjakan dalam buku tugas).
4. Diskusikan dengan teman kelompokmu.

###### Tabel Pengamatan

No.	Sistem organ	Organ	Fungsi
1.	Sistem pengeluaran	Hidung, ...	.....
2.	Sistem pencernaan	Mulut, ...	.....
3.	Sistem peredaran darah	Jantung, ...	.....
4.	Sistem ekskresi	kulit, ...	.....
5.	Sistem reproduksi	testis, ...	.....
6.	Sistem gerak	rangka, ...	.....
7.	Sistem koordinasi	otak, ...	.....

###### Pertanyaan:

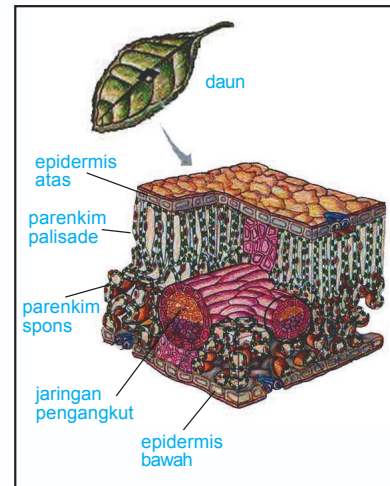
1. Adakah organ yang menyusun lebih dari satu sistem organ? Sebutkan!
2. Apakah perbedaan antara organ dengan sistem organ?



## 5. Organ pada Tumbuhan

Organ utama tumbuhan terdiri dari akar, batang, dan daun. Organ yang lain seperti bunga dan buah dianggap sebagai modifikasi dari salah satu organ utama tersebut, misalnya bunga merupakan modifikasi dari daun. Setiap organ tumbuhan memiliki fungsi sendiri-sendiri.

- Akar, berfungsi untuk menyerap air dan garam-garam mineral serta memperkuat berdirinya tumbuhan. Susunan anatomi akar dari luar ke dalam adalah epidermis, korteks, endodermis, dan pembuluh pengangkut (xilem dan floem).
- Batang, berfungsi untuk menopang keseluruhan organ tumbuhan seperti daun, bunga, dan buah. Batang juga berfungsi mengantarkan air dari akar ke daun dan sebagai tempat menyimpan cadangan makanan. Jaringan yang menyusun batang adalah jaringan epidermis, pengangkut, parenkim, dan penguat.
- Daun, berfungsi sebagai tempat melakukan fotosintesis dan penguapan air. Daun tersusun atas jaringan epidermis atas, jaringan tiang (*palisade*), jaringan bunga karang (*spons*), jaringan pengangkut (xilem dan floem), dan epidermis bawah. Pada epidermis daun terdapat stomata yang berfungsi sebagai tempat penguapan dan pengambilan gas-gas yang dibutuhkan.



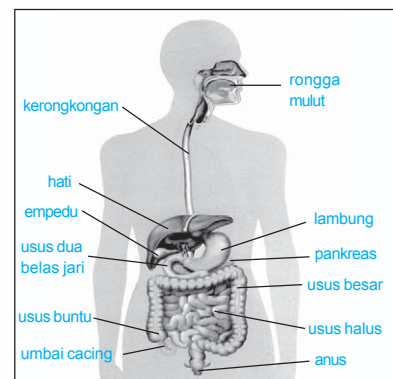
**Gambar 7.35** Organ daun tersusun atas berbagai macam jaringan.

**Sumber:** bima.ipb.ac.id

## 6. Sistem Organ

Beberapa organ yang berbeda akan membentuk satu kesatuan dan saling bekerjasama untuk melaksanakan fungsi tertentu. Organisasi dari beberapa organ ini disebut *sistem organ*. Contoh sistem organ pada manusia adalah sistem pernapasan yang tersusun dari organ hidung, tenggorokan, bronkus, bronkiolus, dan paru-paru.

Makhluk hidup multiseluler tingkat tinggi memiliki beberapa sistem organ yang saling berkaitan untuk mendukung kehidupan makhluk hidup tersebut. Jika salah satu sistem mengalami gangguan, tentu akan mempengaruhi sistem organ yang lain. Misalnya jika kamu mengalami sakit gigi, saraf-saraf yang ada di gusi akan mempengaruhi saraf di kepala, sehingga rasa sakit tidak hanya di gigi saja. Proses pencernaan juga akan terganggu karena makanan yang masuk ke dalam tubuh tidak dapat dikunyah dengan baik. Karena gigi dan kepala terasa sakit, nafsu makanmu menjadi berkurang sehingga mengganggu kerja lambung dan organ pencernaan lain.



**Gambar 7.36** Sistem pencernaan pada manusia.

**Sumber:** Kamus Visual

### Tugas 7.2

- Sebutkan jaringan yang menyusun kulit manusia.
- Diskusikan dengan kelompokmu bagaimana kerjasama organ tumbuhan dalam proses pengangkutan bahan-bahan beserta hasil fotosintesis.



## Rangkuman

- Makhluk hidup mempunyai ciri-ciri khusus yang membedakan dengan makhluk tak hidup dan benda mati. Ciri-ciri makhluk hidup adalah bernapas, memerlukan makanan, bergerak, peka terhadap rangsangan, adaptasi, berkembang biak, tumbuh dan berkembang, dan mengeluarkan zat sisa.
- Makhluk hidup yang ada di bumi sangat beraneka ragam. Keanekaragaman berarti terdapatnya perbedaan ciri dan sifat pada makhluk hidup yang berlainan jenis. Sedangkan variasi adalah terdapatnya perbedaan ciri dan sifat pada makhluk hidup yang sejenis.
- Untuk memudahkan mempelajari makhluk hidup yang beraneka ragam, dibuat sistem pengelompokan atau klasifikasi. Klasifikasi sistem filogeni berkembang dari mula-mula sistem dua kingdom (Plantae dan Animalia) hingga menjadi sistem lima kingdom (Monera, Protista, Fungi, Plantae, dan Animalia).
- Setiap makhluk hidup diberi nama ilmiah yang berlaku secara internasional. Tata nama ilmiah mengacu pada sistem binomial nomenklatur yang diusulkan oleh Carolus Linnaeus.
- Dalam sistem klasifikasi setiap makhluk hidup mempunyai tingkatan takson berdasarkan persamaan dan perbedaan ciri dengan makhluk hidup yang lain. Untuk menentukan nama jenis atau tingkatan takson suatu makhluk hidup dapat menggunakan kunci determinasi.
- Organisasi kehidupan merupakan urutan tingkatan organisasi pada makhluk hidup, yaitu makhluk hidup tersusun atas sel, sel-sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama akan membentuk jaringan. Beberapa jaringan membentuk organ. Dan beberapa organ menyusun sistem organ.
- Sel-sel yang menyusun makhluk hidup mempunyai struktur dasar yang sama, yaitu terdiri dari membran sel, sitoplasma, dan inti sel. Selain itu sel mempunyai organela, misalnya mitokondria, retikulum endoplasma, ribosom, plastida, vakuola, badan golgi, dan lisosom.
- Jaringan merupakan sekelompok sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama. Contoh jaringan pada hewan dan manusia adalah jaringan epitel, ikat, otot, dan saraf. Jaringan pada tumbuhan misalnya jaringan meristem, parenkim, sklerenkim, kolenkim, xilem, dan floem.
- Beberapa jaringan bekerjasama membentuk organ. Contoh organ pada hewan dan manusia adalah mulut, lambung, usus, paru-paru, kulit, mata, dan ginjal. Contoh organ pada tumbuhan yaitu akar, batang, dan daun.
- Beberapa organ saling bekerja sama dalam suatu sistem organ. Organisme tingkat tinggi mempunyai beberapa sistem organ. Misalnya sistem pernapasan tersusun dari organ hidung, trakea, bronkus, bronkiolus, dan paru-paru.

## Refleksi

Kamu telah selesai mempelajari materi dalam bab ini. Sebelum melanjutkan pelajaran di bab berikutnya, lakukan evaluasi diri dengan menjawab pertanyaan di bawah ini. Jika semua pertanyaan kamu jawab dengan 'ya', artinya kamu telah cukup menguasai materi dalam bab ini dan silakan melanjutkan mempelajari bab berikutnya. Namun jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', maka kamu perlu mengulangi materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada kesulitan atau ada hal yang sukar dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

1. Dapatkah kamu menyebutkan ciri-ciri makhluk hidup?
2. Dapatkah kamu menunjukkan adanya keanekaragaman makhluk hidup dan perlunya untuk mengklasifikasikannya?
3. Dapatkah kamu menjelaskan berbagai sistem klasifikasi makhluk hidup dan menyebutkan contoh makhluk hidup yang termasuk di dalamnya?
4. Tahukah kamu bagaimana cara memberi identitas suatu makhluk hidup yang diakui secara internasional?
5. Dapatkah kamu menunjukkan organisasi kehidupan dari tingkat sel sampai organisme serta menjelaskan pengertian sel, jaringan, organ, dan sistem organ?

## Latih Kemampuan

### 7

#### I. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Mobil tidak termasuk hidup karena ....
  - a. mobil tidak bergerak
  - b. mobil tidak membutuhkan bahan bakar
  - c. mobil tidak berkembang biak
  - d. mobil tidak mengeluarkan zat sisa
2. Kulit mengeluarkan zat sisa berupa ....
  - a. karbon dioksida
  - b. tinja
  - c. urea dalam urin
  - d. urea dalam keringat
3. Laron akan terbang mengerumuni cahaya, sebagai tanda/ciri makhluk hidup untuk ....
  - a. berkembang biak
  - b. peka terhadap rangsangan
  - c. bernapas
  - d. tumbuh
4. Berikut ini zat yang dibutuhkan tumbuhan untuk membuat nutrisi sendiri, *kecuali* ....
  - a. oksigen
  - b. air
  - c. karbon dioksida
  - d. cahaya matahari
5. Yang tidak termasuk dari ciri-ciri makhluk hidup adalah ....
  - a. mendengar dan beradaptasi
  - b. melihat dan membutuhkan oksigen
  - c. berfotosintesis dan mendengar
  - d. mengeluarkan zat sisa dan bernapas
6. Manfaat keanekaragaman makhluk hidup adalah sebagai berikut, *kecuali* ....
  - a. bahan pangan
  - b. bahan pakaian
  - c. sumber penyakit
  - d. sumber kesehatan
7. Hewan di bawah ini yang termasuk kelas Mamalia adalah ....
  - a. buaya dan kupu-kupu
  - b. ular dan udang
  - c. katak dan hiu
  - d. kelelawar dan paus
8. Tanaman di bawah ini yang termasuk tumbuhan biji terbuka adalah ....
  - a. kacang tanah
  - b. jagung
  - c. melinjo
  - d. salak
9. Yang tidak termasuk dalam kingdom jamur adalah ....
  - a. Basidiomycetes
  - b. Myxomycetes
  - c. Ascomycetes
  - d. Deuteromycetes
10. Kelompok tumbuhan yang dikelompokkan berdasarkan pada manfaatnya adalah tumbuhan ....
  - a. monokotil
  - b. biji terbuka
  - c. hiasan
  - d. berklorofil
11. Urutan organisasi kehidupan pada tubuh makhluk hidup yang bersel banyak dari yang terendah sampai tertinggi ialah ....
  - a. sel – organ – jaringan – sistem organ – tubuh
  - b. tubuh – organ – sistem organ – sel – jaringan
  - c. sel – jaringan – organ – sistem organ – tubuh
  - d. tubuh – sistem organ – sel – organ – jaringan
12. Organel yang tidak dimiliki oleh sel hewan dari sel tumbuhan adalah....
  - a. inti sel
  - b. plastida
  - c. sitoplasma
  - d. mitokondria

13. Contoh jaringan ikat pada hewan adalah ....
  - a. jaringan darah dan otot
  - b. jaringan epitel dan otot
  - c. jaringan darah dan rangka
  - d. jaringan rangka dan epitel
14. Perbedaan antara otot polos dan otot lurik adalah ....
  - a. kontrol otot lurik di bawah kemauan (sadar), sedangkan otot polos sebaliknya
  - b. kontrol saraf otot lurik tidak sadar, sedangkan otot polos sebaliknya.
  - c. otot polos memiliki banyak inti sel, sedangkan otot lurik sebaliknya
  - d. otot polos dan otot lurik mempunyai inti sel yang banyak
15. Apabila terjadi gangguan pada organ ginjal, maka sistem yang akan terganggu adalah ....
  - a. sistem pencernaan dan pendengaran
  - b. sistem ekskresi dan peredaran darah
  - c. sistem pernapasan dan pengeluaran
  - d. sistem pengeluaran dan pencernaan

## II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan tepat!

1. Mengapa daun tumbuhan yang bergerak tertiuip angin tidak menjadi ciri bahwa tumbuhan merupakan makhluk hidup?
2. Mengapa pada sistem lima kingdom, jamur tidak termasuk tumbuhan?
3. Apa ciri khas hewan Reptil?
4. Tuliskan fungsi bagian-bagian sel di bawah ini!
  - a. Membran sel
  - b. Kloroplas
  - c. Neuron
  - d. Epidermis
5. Jelaskan sistem apa saja yang akan mengalami gangguan jika organ lambung sakit atau terkena gangguan.

### Wacana Sains

#### Adakah Kehidupan di Luar Bumi?

Bakteri merupakan makhluk yang sederhana. Ukurannya hanya  $\pm 1 \mu\text{m}$  dan dapat hidup dengan atau tanpa kehadiran oksigen. Kemampuan metabolisme bakteri sangat tinggi, sehingga dapat ditemukan di berbagai lingkungan. Bahkan di lingkungan yang tidak menunjang kehidupan makhluk hidup lain, bakteri dapat dijumpai, misalnya dalam lapisan es Antartika, sumber mata air panas, hingga di dasar samudra yang gelap gulita.

Kemampuan bakteri yang luar biasa itu telah membuka wawasan para ilmuwan bahwa kehidupan mempunyai batas toleransi yang sangat luas. Oleh karena itu, para ahli menduga ada bentuk kehidupan lain di luar Bumi dengan berbagai bentuk lingkungannya. Lingkungan di luar bumi memang sangat berbeda dengan lingkungan bumi. Namun di Bumi sendiri terdapat berbagai bentuk kehidupan di lingkungan yang sangat ekstrim. Misalnya keadaan atmosfer planet Jupiter sangat alkalin (basa) sehingga tidak memungkinkan adanya kehidupan di sana. Namun di Lembah Livermore, Kalifornia telah dijumpai bakteri yang hidup di dalam air yang sangat alkalin dengan pH 11,5. Bakteri lain yang ditemukan di dekat kaki Gunung Shasta, Amerika Serikat dapat hidup di lingkungan dengan kadar amonia yang tinggi.

Benarkah ada bentuk kehidupan di luar Bumi? Pemeriksaan terhadap contoh tanah Bulan yang dibawa oleh astronot yang mendarat di Bulan pada tahun 1969 tidak menunjukkan adanya jasad renik. Demikian juga wahana antariksa Viking yang mendarat di Planet Mars pada tahun 1977 tidak berhasil menunjukkan adanya kehidupan di sana. Wahana antariksa Galileo yang mengorbit Jupiter pada tahun 1995 dan Cassini yang diluncurkan 1997 menuju planet Saturnus juga belum berhasil menemukan adanya kehidupan di luar Bumi. Namun demikian, hal ini belum membuktikan bahwa tidak ada kehidupan di luar Bumi. Oleh karena itu usaha pencarian kehidupan di planet lain dan tempat lain di alam semesta masih terus berlanjut.



# Bab VIII

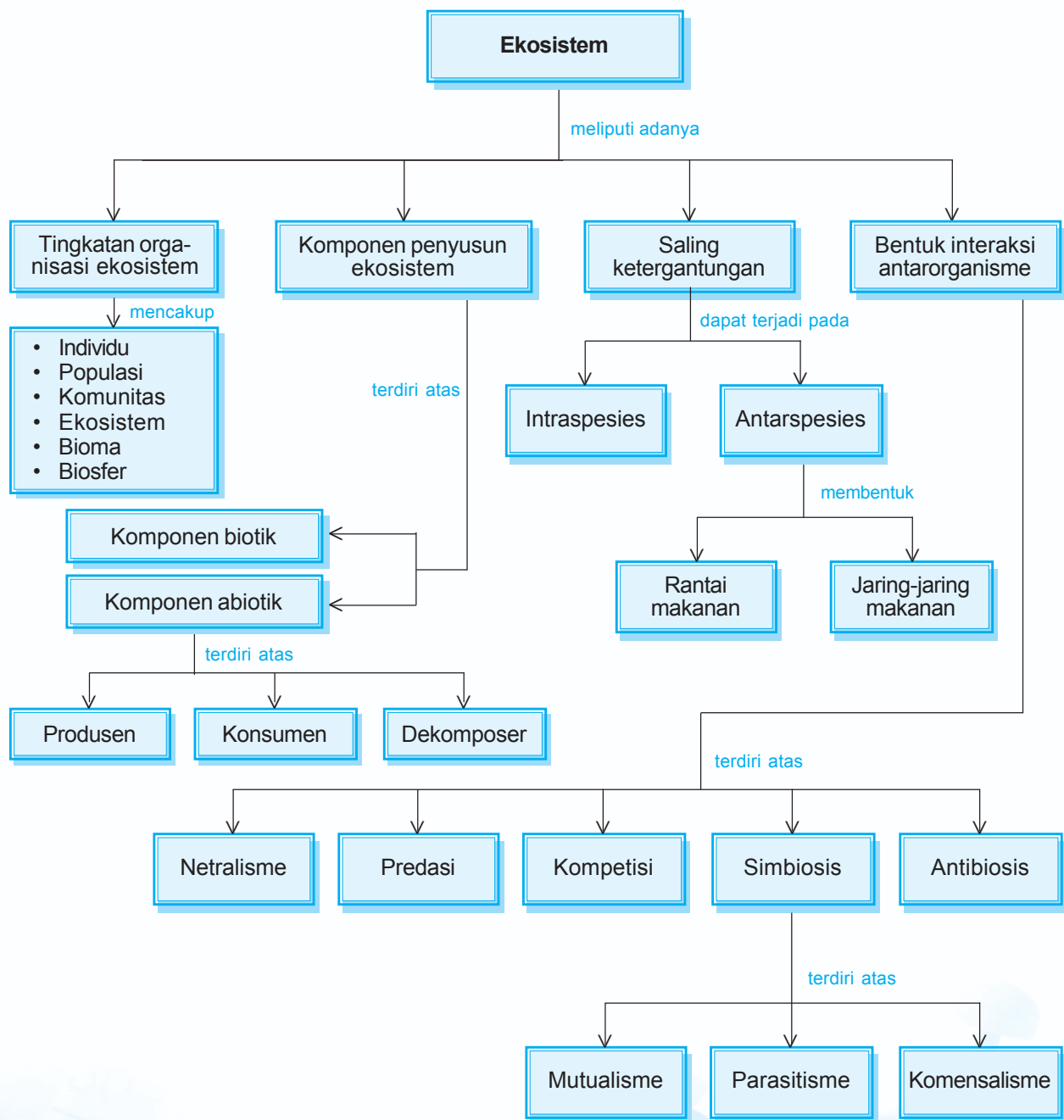
## Ekosistem dan Pelestarian Sumber Daya Hayati



Dalam sebuah ekosistem terdapat satuan-satuan makhluk hidup yang meliputi individu, populasi, dan komunitas. Setiap makhluk hidup tidak dapat hidup sendiri. Kesatuan proses yang saling terkait dan memengaruhi antara semua komponen. Bagaimana peran komponen-komponen itu dalam ekosistem?

Pada bab ini kamu akan mempelajari ekosistem dan hubungan antara komponen penyusun ekosistem. Kamu juga akan mengidentifikasi pentingnya keanekaragaman makhluk hidup dan perlunya melestarikan ekosistem dan sumber daya hayati.

# Peta Konsep



## Kata Kunci

- produsen
- keseimbangan lingkungan
- simbiosis
- pelestarian alam

Makhluk hidup dengan lingkungan merupakan satu kesatuan fungsional yang tidak dapat dipisahkan. Hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya disebut *ekosistem*. Ekosistem tersusun dari komponen *biotik* (berbagai makhluk hidup) dan komponen *abiotik*. Ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem disebut *ekologi*. Dalam suatu ekosistem, hubungan antarkomponen berlangsung sangat erat dan saling memengaruhi. Oleh karena itu gangguan atau kerusakan pada salah satu komponen dapat menyebabkan kerusakan seluruh ekosistem. Manusia merupakan komponen ekosistem yang dapat berpotensi sebagai penyelamat dan perusak ekosistem. Tentu kamu dapat memberi contoh berbagai aktivitas manusia yang dapat menimbulkan berbagai permasalahan ekosistem dan lingkungan hidup.

Indonesia dikenal sebagai negara yang kaya akan keanekaragaman hayati. Namun kekayaan keanekaragaman hayati ini terancam rusak dan punah akibat aktivitas alamiah maupun karena campur tangan manusia. Perubahan lingkungan yang mengancam kelestarian keanekaragaman hayati akibat campur tangan manusia misalnya penebangan hutan, penangkapan ikan di laut dengan cara-cara terlarang, penambangan liar, dan pendirian berbagai industri berat. Oleh karena itu diperlukan berbagai upaya untuk melestarikan sumber daya alam hayati di Indonesia.

## A Komponen Penyusun Ekosistem

Ekosistem merupakan kesatuan struktural dan fungsional antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem dibentuk oleh kumpulan berbagai macam makhluk hidup beserta benda-benda tak hidup. Semua makhluk hidup yang menyusun suatu ekosistem disebut *komponen biotik*. Sedangkan benda-benda tak hidup dalam suatu ekosistem disebut *komponen abiotik*. Di dalam ekosistem, komponen abiotik dan komponen biotik saling memengaruhi.

### 1. Komponen Biotik

Komponen biotik suatu ekosistem meliputi berbagai jenis makhluk hidup. Berdasarkan fungsi atau tingkatan trofiknya, komponen biotik dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu produsen, konsumen, dan dekomposer (pengurai). *Produsen* adalah makhluk hidup yang dapat menghasilkan makanan sendiri, yaitu tumbuhan. Tumbuhan dapat membuat makanan sendiri melalui proses *fotosintesis*. Energi yang digunakan dalam fotosintesis diperoleh dari energi matahari, sehingga matahari merupakan sumber energi utama bagi kehidupan di bumi. Bakteri yang hidup di lautan dalam dapat mengambil energi dari bahan-bahan kimia yang ada di sekitarnya untuk melakukan *kemosintesis*.



**Gambar 8.1** Makhluk hidup dengan lingkungannya membentuk satu kesatuan dalam ekosistem.

**Sumber:** Dokumen Penerbit





**Gambar 8.2** Dalam ekosistem tumbuhan berperan sebagai produsen.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

Proses fotosintesis dan kemosintesis menghasilkan gula sederhana. Gula sederhana ini digunakan untuk menyusun komponen-komponen sel, menghasilkan energi, dan sebagian digunakan sebagai cadangan makanan. Bila produsen dimakan oleh makhluk hidup lain, maka terjadi perpindahan makanan dari produsen ke hewan tersebut. Jadi hanya produsen yang dapat membuat makanan sendiri dan dikatakan bersifat *autotrof*.

*Konsumen* memperoleh energi dari bahan makanan yang dibuat oleh produsen. Karena tidak dapat membuat makanan sendiri dan selalu bergantung pada makhluk hidup lain, maka konsumen bersifat *heterotrof*. Berdasarkan jenis makanannya, konsumen dapat dibagi menjadi empat jenis seperti pada **Tabel 8.1** berikut ini.

**Tabel 8.1** Berbagai jenis konsumen berdasarkan jenis makanannya.

Konsumen	Sumber Makanan	Contoh
Herbivora	Tumbuhan	Rusa, kambing, belalang
Karnivora	Hewan	Harimau, serigala, burung hantu
Omnivora	Tumbuhan dan hewan	Musang, beberapa jenis tikus
Detritivor	Detritus	Cacing tanah



**Gambar 8.3** Singa termasuk binatang karnivora.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

Organisme yang memakan produsen (hewan herbivora) disebut *konsumen pertama*. Organisme yang memakan hewan herbivora (hewan karnivora) disebut *konsumen kedua*. Organisme yang memakan konsumen kedua disebut *konsumen ketiga*, dan seterusnya.

*Pengurai* atau *dekomposer* adalah organisme yang berperan sebagai pengurai zat-zat yang terdapat dalam makhluk hidup yang sudah mati. Jadi dekomposer menguraikan zat organik menjadi bahan anorganik kembali yang dapat dimanfaatkan kembali oleh produsen. Contoh dekomposer dalam ekosistem adalah bakteri dan jamur saprofit.

Dalam ekosistem, setiap jenis makhluk hidup memerlukan tempat atau lingkungan yang sesuai untuk kehidupannya. Tempat yang sesuai bagi makhluk hidup untuk melakukan aktivitas hidupnya disebut *habitat*. Habitat menyediakan makanan dan tempat berlindung bagi makhluk hidup.

Setiap jenis makhluk hidup mempunyai peranan atau pekerjaan tertentu dalam ekosistem. Peranan makhluk hidup pada suatu ekosistem disebut *nisia*. Nisia berkaitan dengan jenis makanan, cara mencari makan, dan waktu mencari makan. Misalnya di suatu hutan terdapat kelelawar yang hidup dengan memakan buah-buahan di malam hari dan burung hantu yang memakan tikus atau hewan kecil lainnya di waktu yang sama. Dengan demikian nisia kelelawar dan burung hantu berbeda meskipun mereka tinggal di habitat yang sama dan mencari makan ada waktu yang sama pula.

## 2. Komponen Abiotik

Komponen abiotik menyediakan tempat hidup, makanan, dan kondisi yang diperlukan oleh komponen biotik, sehingga komposisi komponen abiotik sangat memengaruhi jenis komponen biotik yang dapat hidup. Komponen abiotik yang memengaruhi komponen biotik dalam suatu ekosistem antara lain air, tanah, suhu, cahaya matahari, udara, kelembapan, dan keasaman (pH).

### a. Air

Air sangat penting bagi makhluk hidup. Air berfungsi sebagai pelarut zat-zat dalam tubuh, sistem pengangkut, dan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi biokimia di dalam tubuh. Keberadaan air pada suatu ekosistem sangat memengaruhi jenis makhluk hidup yang dapat hidup. Contohnya adalah daerah gurun yang kandungan airnya sedikit mempunyai jenis hewan dan tumbuhan yang sangat berbeda dengan daerah hutan hujan tropis. Hewan dan tumbuhan juga beradaptasi untuk menyesuaikan dengan keadaan air di lingkungannya. Contohnya kaktus yang hidup di gurun pasir daunnya mengalami modifikasi menjadi duri untuk mengurangi penguapan.

### b. Tanah

Tanah merupakan salah satu komponen abiotik yang sangat penting bagi kehidupan. Keadaan tanah menentukan jenis tumbuhan yang dapat hidup dan jenis-jenis tumbuhan akan menentukan jenis-jenis hewan yang dapat hidup.

### c. Suhu

Makhluk hidup membutuhkan suhu yang sesuai agar dapat bertahan hidup. Suhu memengaruhi reaksi biokimiawi di dalam tubuh. Suhu yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menyebabkan gangguan pada reaksi-reaksi biokimiawi di dalam tubuh, sehingga aktivitasnya terganggu. Oleh karena itu setiap makhluk hidup memerlukan *suhu optimum* untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

### c. Cahaya Matahari

Cahaya matahari diperlukan untuk proses fotosintesis tumbuhan hijau. Selain itu cahaya matahari juga memengaruhi suhu bumi menjadi sesuai untuk kehidupan berbagai makhluk hidup. Oleh karena itu kamu akan menjumpai bentuk kehidupan yang berbeda pada daerah yang banyak mendapat cahaya matahari (daerah tropis) dibandingkan daerah yang sedikit mendapat cahaya matahari (daerah kutub). Coba, sebutkan hewan dan tumbuhan yang hidup di kedua daerah tersebut.

### d. Udara

Tahukah kamu, mengapa udara diperlukan oleh komponen biotik? Udara merupakan campuran berbagai macam gas, misalnya nitrogen, oksigen, karbon dioksida, dan karbon monoksida. Oksigen diperlukan oleh makhluk hidup untuk respirasi. Sedangkan karbon dioksida diperlukan tumbuhan hijau dalam proses fotosintesis.



**Gambar 8.4** Dalam ekosistem, komponen biotik dan abiotik saling memengaruhi.

**Sumber:** Microsoft Student, 2006



Untuk mempelajari komponen abiotik yang berpengaruh pada suatu ekosistem, lakukanlah **Kegiatan 8.1** berikut ini.

## Kegiatan 8.1

### Komponen Abiotik yang Memengaruhi Perkecambahan Biji

#### Tujuan:

Mempelajari pengaruh komponen abiotik (air dan kelembapan) pada perkecambahan biji.

#### Alat dan bahan:

1. Gelas kertas berukuran 150 ml sebanyak 3 buah, bila tidak tersedia, gunakan gelas plastik bekas wadah air mineral.
2. Tanah
3. Biji kedelai (bila tidak tersedia, kamu dapat menggunakan biji tumbuhan lain)
4. Label
5. Air suling
6. Pensil
7. Piring atau cawan

#### Prosedur kerja:

1. Isilah setiap gelas dengan tanah sampai setengahnya. Pada gelas pertama berilah label dengan tulisan *kering*, gelas kedua dengan tulisan *basah*, dan gelas ketiga dengan tulisan *lembap*.
2. Taburkan 5 butir biji kedelai di atas permukaan tanah pada setiap cangkir. Kemudian tutuplah biji tersebut dengan tanah setinggi 1 cm.
3. Pada gelas berlabel *basah*, tambahkan air hingga di atas tanah.
4. Pada gelas berlabel *lembap* buatlah beberapa lubang kecil di bagian bawah menggunakan pensil. Kemudian letakkan gelas di atas piring atau cawan berisi air.
5. Letakkan ketiga gelas kertas di tempat teduh selama 7 – 10 hari. Aturlah agar tanah di dalam gelas berlabel *basah* tetap basah dan air dalam piring di dasar gelas berlabel *lembap* selalu tersedia.
6. Amatilah perkembangan kecambah setiap hari.

#### Pertanyaan:

1. Apakah terdapat perbedaan pertumbuhan kecambah pada ketiga perangkat percobaan yang kamu buat? Biji pada gelas manakah yang lebih cepat tumbuh?
2. Faktor abiotik apakah yang berpengaruh terhadap pertumbuhan kecambah pada percobaan di atas?
3. Apa yang dapat kamu simpulkan dari percobaan di atas?

## Tugas 8.1

1. Buatlah tabel yang menunjukkan komponen biotik dan abiotik ekosistem pantai beserta fungsi atau peranannya.
2. Mengapa jumlah produsen harus lebih banyak dibandingkan jumlah konsumen?





## B Tingkat Organisasi dalam Ekosistem

Makhluk hidup dalam ekosistem membentuk tatanan atau organisasi tertentu. Organisasi terkecil dalam ekosistem disebut *individu*. Individu-individu sejenis berkumpul dan berinteraksi membentuk organisasi yang lebih besar yang disebut *populasi*. Beberapa populasi makhluk hidup dalam suatu lingkungan berinteraksi membentuk *komunitas*. Komunitas dan lingkungannya selalu berhubungan timbal balik membentuk *ekosistem*. Beberapa ekosistem membentuk *bioma* dan keseluruhan ekosistem yang ada di bumi merupakan *biosfer*.

### 1. Individu

Individu adalah makhluk hidup tunggal yang dapat hidup secara fisiologis. Seekor kerbau, seekor rusa, sebatang pohon meranti, sebatang pohon kelapa, dan seorang manusia merupakan individu dalam ekosistem. Individu merupakan satuan fungsional terkecil penyusun ekosistem. Coba kamu sebutkan contoh individu yang terdapat pada ekosistem sungai dan sawah.

### 2. Populasi

Populasi merupakan kumpulan individu sejenis pada suatu daerah dalam jangka waktu tertentu. Jadi rusa-rusa di padang rumput, pohon-pohon kelapa di perkebunan, dan penduduk (manusia) di suatu kelurahan merupakan populasi. Kehidupan suatu populasi dipengaruhi oleh populasi makhluk hidup yang lain. Jumlah individu sejenis dalam satuan luas tertentu pada jangka waktu tertentu disebut *kepadatan populasi*. Rumus untuk menghitung kepadatan populasi dapat ditulis sebagai berikut.

$$\text{Kepadatan populasi} = \frac{\text{jumlah individu sejenis}}{\text{luas daerah yang ditempati}}$$

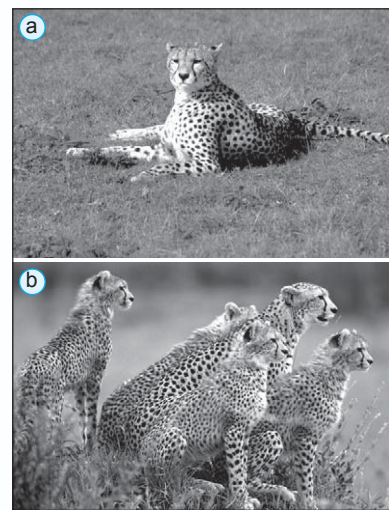
Misalnya pada tahun 2006 survei pohon buah-buahan di desa Sukamaju menemukan 4.500 pohon pisang, 3.000 pohon mangga, dan 900 pohon rambutan. Maka kepadatan populasi pisang dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Kepadatan populasi pisang} = \frac{4.500 \text{ pohon}}{12 \text{ hektar}} = 375 \text{ pohon/hektar.}$$

Coba kamu hitung kepadatan populasi mangga dan rambutan di desa Sukamaju pada tahun 2006.

### 3. Komunitas

Komunitas merupakan kumpulan beberapa populasi yang berbeda yang saling berinteraksi pada daerah dan waktu tertentu. Misalnya populasi ikan nila, populasi ikan mujair, populasi eceng gondok, populasi plankton, dan populasi



**Gambar 8.5** (a) Dalam ekosistem seekor citah merupakan individu, (b) sedangkan sekelompok citah merupakan populasi.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

*Hydrilla* merupakan anggota komunitas kolam. Pada komunitas terjadi interaksi antara berbagai populasi dan dalam interaksi itu terjadi perpindahan materi dan energi. Misalnya jika populasi ikan berinteraksi dengan populasi plankton (yaitu ikan memakan plankton), maka terjadi perpindahan bahan makanan (materi) dari plankton ke tubuh ikan sehingga ikan dapat memanfaatkan energi yang tersimpan pada bahan makanan dari plankton tersebut.

#### 4. Ekosistem

Ekosistem merupakan interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungan abiotiknya. Interaksi makhluk hidup dengan lingkungan pada suatu ekosistem bersifat khusus. Artinya interaksi komunitas di lingkungan kutub berbeda dengan interaksi komunitas di lingkungan tropis. Komunitas yang dipengaruhi oleh lingkungan abiotik yang spesifik menghasilkan ekosistem yang spesifik pula. Berdasarkan proses terbentuknya ekosistem dibedakan menjadi dua, yaitu ekosistem alami dan ekosistem buatan.



**Gambar 8.6** Hutan merupakan contoh ekosistem alami.

**Sumber:** Microsoft Student, 2006

- Ekosistem alami, yaitu ekosistem yang terbentuk secara alamiah. Misalnya ekosistem hutan, laut, sungai, dan rawa.
- Ekosistem buatan, yaitu ekosistem yang dibentuk secara sengaja oleh manusia. Misalnya ekosistem sawah, kolam, perkebunan, dan hutan budidaya.

#### 5. Bioma dan Biosfer

Ekosistem darat yang ada di bumi dipengaruhi oleh posisi letak geografis dan astronomis. Jadi ekosistem-ekosistem yang terdapat Indonesia (daerah tropis) berbeda dengan ekosistem yang terdapat di hutan Kanada (daerah subtropis). Ekosistem di daerah pegunungan juga berbeda dengan ekosistem di daerah padang rumput. Ekosistem-ekosistem yang terbentuk karena perbedaan letak geografis dan astronomis disebut *bioma*, dan keseluruhan ekosistem/bioma yang ada di bumi membentuk biosfer. Di bumi terdapat 6 bioma utama yaitu bioma gurun, padang rumput, hutan basah, hutan gugur, taiga, dan tundra. Masing-masing bioma mempunyai sifat yang khas yang dipengaruhi oleh kondisi komponen abiotiknya. Coba kamu cari informasi ciri-ciri keenam bioma tersebut.

#### Latihan 8.1

- Bagaimanakah ciri-ciri ekosistem air laut? Sebutkan populasi yang dapat ditemukan pada ekosistem air laut.
- Bagaimanakah keadaan komponen biotik dan abiotik bioma gurun? Mengapa keanekaragaman jenis yang ditemukan di bioma gurun hanya sedikit?



## Keseimbangan Ekosistem

Individu yang menyusun populasi dalam ekosistem selalu tumbuh dan berkembang. Komponen abiotik yang memengaruhi ekosistem juga terus-menerus mengalami perubahan. Perubahan-perubahan ini menyebabkan terjadinya perubahan pada komunitas dan ekosistem. Perubahan ekosistem akan berakhir setelah terjadi keseimbangan ekosistem. Perkembangan ekosistem dari ekosistem yang sederhana menjadi ekosistem yang kompleks dan seimbang disebut *suksesi*.

*Ekosistem yang seimbang* adalah ekosistem yang komponen penyusunnya memiliki komposisi yang seimbang. Komposisi seimbang bukan berarti jumlahnya sama. Misalnya pada waktu musim hujan, jumlah rumput (produsen) di suatu padang rumput meningkat sehingga dapat mencukupi kebutuhan makan populasi rusa. Ketika musim kemarau, jumlah rumput berkurang sehingga menyebabkan jumlah rusa juga menurun. Apabila perubahan komposisi itu terjadi secara seimbang dari waktu ke waktu, maka ekosistem itu dikatakan seimbang dan dapat bertahan lama.

*Daya lenting ekosistem* adalah kemampuan ekosistem untuk pulih kembali dalam keadaan seimbang. Apabila ekosistem yang seimbang mendapat gangguan, keseimbangan ini dapat mengakibatkan perubahan yang dapat menyebabkan terbentuknya keseimbangan baru. Sifat ekosistem sangat dinamis, sehingga dapat terjadi perubahan jumlah komposisi komponen biotik dari waktu ke waktu. Tidak semua gangguan ekosistem dapat diatasi dengan daya lenting ekosistem secara alami. Kebakaran hutan atau penebangan hutan yang berlebihan dapat mengakibatkan keseimbangan ekosistem tidak dapat pulih dengan segera.



**Gambar 8.7** Dalam ekosistem yang seimbang komposisi produsen dan konsumen selalu seimbang.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

### Tugas 8.2

Jika sebuah hutan terbakar, maka ekosistem yang semula hidup akan lenyap. Kemudian secara bertahap lahan bekas hutan itu akan ditumbuhi berbagai jenis tumbuhan. Jika dibiarkan secara alami, dalam jangka waktu yang lama tempat itu dapat menjadi hutan kembali. Carilah informasi urutan tumbuhan yang hidup pada suksesi itu, kemudian diskusikan dengan kelompokmu.





## D Hubungan Saling Ketergantungan

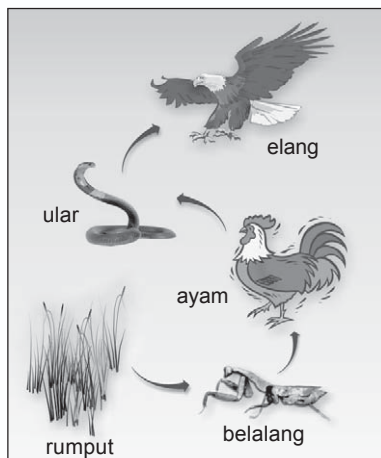
Kamu telah mengetahui bahwa terjadi interaksi antarkomponen biotik dalam ekosistem. Selain itu kehidupan komponen biotik dipengaruhi oleh komponen abiotiknya. Sedangkan keadaan komponen abiotik ditunjang oleh komponen biotik. Oleh karena itu terjadi hubungan saling ketergantungan antara komponen biotik dan komponen abiotik. Contoh hubungan itu adalah sebagai berikut.

1. Komponen biotik memengaruhi komponen abiotik. Contohnya adalah tumbuhan hijau dalam proses fotosintesis menghasilkan oksigen, sehingga kadar oksigen meningkat dan suhu lingkungan menjadi sejuk. Jadi tumbuhan hijau (komponen biotik) mampu memengaruhi komposisi udara dan suhu lingkungan (komponen abiotik).
2. Komponen abiotik memengaruhi komponen biotik. Contohnya adalah cahaya, tanah, air, udara, dan unsur hara (komponen abiotik) memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan (komponen biotik).

Sedangkan contoh hubungan saling ketergantungan antara sesama komponen biotik adalah sebagai berikut.

1. Saling ketergantungan intraspesies (makhluk hidup sejenis). Contohnya sekumpulan lebah saling bekerja sama mengumpulkan madu sebagai cadangan makanan di sarangnya.
2. Saling ketergantungan antarspesies (makhluk hidup tidak sejenis). Contohnya tanaman kacang-kacangan memerlukan bakteri *Rhizobium* untuk membantu menambat nitrogen bebas dari udara, sedangkan bakteri *Rhizobium* memerlukan media atau substrat dan makanan untuk hidup.

Saling ketergantungan antarspesies yang berbeda jenis juga terjadi dalam peristiwa makan dan dimakan. Peristiwa makan dan dimakan menimbulkan perpindahan materi dan energi. Hal ini akan membentuk jaring-jaring kehidupan yang terdiri dari rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan piramida makanan.



**Gambar 8.8** Rantai makanan sederhana yang terdapat di sebuah kebun.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

### 1. Rantai Makanan

Rantai makanan adalah peristiwa makan dan dimakan yang digambarkan secara skematis dalam bentuk garis lurus searah dan tidak bercabang. Misalnya rantai makanan yang terdapat di sebuah kebun secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut.

rumput → belalang → ayam ular elang

Dari peristiwa makan dan dimakan di atas, akan terjadi perpindahan atau aliran energi dari produsen (rumput) ke konsumen I (belalang) hingga konsumen puncak (elang). Sebagai sumber energi utama dalam ekosistem adalah sinar matahari. Energi ini diubah oleh produsen menjadi energi kimia

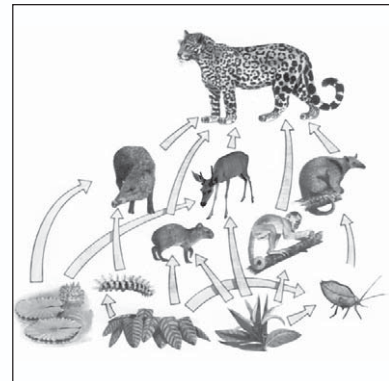
dalam bentuk senyawa karbon (misalnya berupa karbohidrat, lemak, dan protein). Jika produsen dimakan konsumen, energi yang tersimpan dalam bahan makanan itu berpindah ke tubuh konsumen dan dapat diubah menjadi energi panas, energi gerak, dan sebagian disimpan dalam bentuk senyawa kimia yang menyusun tubuh makhluk hidup. Ketika konsumen I dimakan konsumen II, terjadi lagi perpindahan energi. Demikian seterusnya dalam setiap peristiwa makan dan dimakan diikuti dengan perpindahan energi. Selama perjalanan itu, terjadi pengurangan energi sehingga tidak semua energi dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup.

## 2. Jaring-Jaring Makanan

Pada kenyataannya, peristiwa makan dan dimakan terjadi dengan pola yang lebih rumit dari contoh rantai makanan di atas. Elang tidak hanya makan ular saja. Ular tidak hanya makan ayam, dan ayam juga tidak hanya makan belalang saja. Di alam, beberapa proses makan dan dimakan (rantai makanan) saling berkaitan membentuk sebuah *jaring-jaring makanan*.

Jika kamu memerhatikan jaring-jaring makanan, kamu akan menemukan bahwa jaring-jaring makanan selalu berawal dari produsen dan diakhiri oleh pengurai. Bahan-bahan yang diuraikan itu akan kembali digunakan oleh produsen, sehingga daur materi dan energi tidak pernah terputus.

Untuk mempelajari dan membuktikan bahwa jaring-jaring makanan adalah rantai makanan yang saling berkaitan, kamu dapat melakukan **Kegiatan 8.2** berikut ini.



**Gambar 8.9** Contoh jaring-jaring makanan yang terdapat di hutan.

**Sumber:** Kamus Biologi Bergambar

### Kegiatan 8.2

#### Jaring-Jaring Makanan

##### Tujuan:

Mempelajari jaring-jaring makanan.

##### Alat dan bahan:

1. Beberapa lembar karton
2. Beberapa gambar hewan dan tumbuhan yang menempati habitat yang sama
3. Gunting
4. Pelubang kertas
5. Benang wol warna merah atau hijau
6. Selotip

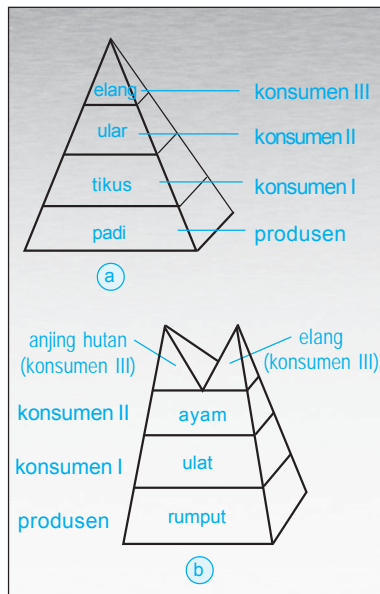
##### Prosedur kerja:

1. Guntinglah karton menjadi beberapa persegi kecil.
2. Buatlah lubang pada bagian atas kartu.
3. Guntinglah beberapa gambar hewan dan tumbuhan. Usahakan untuk memilih hewan-hewan yang mewakili beberapa tingkat trofik, yaitu konsumen I (herbivora), konsumen II (karnivora), dan hewan omnivora. Tempelkan gambar hewan dan tumbuhan itu pada karton.
4. Hubungkan dengan benang semua herbivora ke kartu bergambar tumbuhan.
5. Gunakanlah selotip agar benang berada pada tempatnya.

6. Hubungkan semua karnivora dengan semua herbivora. Hubungkan pula hewan-hewan yang berhubungan dengan proses pemangsaan (makan dan dimakan).
7. Amatilah bagian yang berhubungan antara setiap kartu.

**Pertanyaan:**

1. Ada berapa rantai makanan yang terbentuk dari kegiatan di atas?
2. Buatlah diagram yang menunjukkan jaring-jaring makanan yang terbentuk.
3. Apa yang dapat kamu simpulkan dari percobaan di atas?



**Gambar 8.10** (a) Piramida makanan dengan satu puncak (b) piramida makanan dengan dua puncak.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

### 3. Piramida Makanan

Piramida makanan adalah suatu piramida yang menggambarkan perbandingan komposisi jumlah biomassa dan energi dari produsen sampai konsumen puncak dalam suatu ekosistem. Komposisi biomassa terbesar terdapat pada produsen yang menempati dasar piramida. Demikian pula jumlah energi terbesar terdapat pada dasar piramida. Komposisi biomassa dan energi ini semakin ke atas semakin kecil karena selama proses perpindahan energi terjadi penyusutan jumlah energi pada setiap tingkat trofik. Piramida makanan dalam ekosistem yang seimbang dapat ditunjukkan pada **Gambar 8.10**.

Dalam ekosistem seringkali terdapat dua konsumen atau lebih yang menempati puncak piramida, sehingga ada piramida makanan dengan satu puncak dan piramida makanan dengan dua puncak. Piramida makanan dengan satu puncak berarti hanya terdapat satu jenis karnivora yang menempati puncak piramida (konsumen puncak). Piramida makanan dengan dua puncak berarti pada puncak piramida ditempati oleh dua jenis karnivora yang keduanya tidak saling memakan.

#### Tugas 8.3

Buatlah jaring-jaring makanan yang terdapat pada ekosistem sawah.



## E Jenis-Jenis Interaksi Antarorganisme

Kamu sudah memahami bahwa dalam ekosistem terjadi hubungan antarmakhluk hidup. Terdapat beberapa jenis hubungan antarmakhluk hidup, yaitu sebagai berikut.

### 1. Hubungan Netral

Hubungan netral yaitu hubungan yang tidak saling memengaruhi. Netralisme terjadi apabila nisianya berbeda. Namun sesungguhnya hubungan yang benar-benar netral tidak ada, sebab setiap organisme memerlukan komponen abiotik (udara, ruangan, air, dan cahaya) yang sama, sehingga timbul persaingan. Selain itu setiap organisme juga mengeluarkan zat sisa yang dapat mengganggu organisme lain. Contoh hubungan netral ini adalah hubungan antara kambing dan ayam yang dipelihara manusia dalam kandang yang berdekatan.



## 2. Hubungan Simbiosis

Hubungan simbiosis yaitu hubungan saling memengaruhi antara dua organisme. Hubungan simbiosis ada tiga jenis, yaitu sebagai berikut.

### a. Simbiosis Mutualisme

Simbiosis mutualisme yaitu hubungan antara dua jenis organisme yang saling menguntungkan. Contohnya adalah kupu-kupu dengan tumbuhan berbunga. Kupu-kupu memperoleh madu dari bunga sedangkan tumbuhan berbunga dibantu proses penyerbukannya. Simbiosis mutualisme juga terjadi antara manusia dengan bakteri *Eschericia coli* yang hidup di usus. Bakteri tersebut menghasilkan vitamin K yang berperan pada proses pembekuan darah manusia. Sedangkan manusia memberikan perlindungan, makanan, dan lingkungan yang cocok bagi bakteri di dalam usus.

### b. Simbiosis Komensalisme

Simbiosis komensalisme yaitu hubungan antara dua jenis organisme di mana yang satu diuntungkan dan yang lain tidak dirugikan saat saling berinteraksi. Contohnya adalah tanaman anggrek dengan pohon yang ditumpanginya. Tanaman anggrek diuntungkan karena dapat hidup di pohon yang ditumpanginya, sedangkan pohon tidak mendapatkan keuntungan atau kerugian apapun dari hadirnya tanaman anggrek.

### c. Simbiosis Parasitisme

Simbiosis parasitisme yaitu hubungan antara dua jenis organisme yang merugikan salah satu pihak, sedangkan pihak yang lain diuntungkan saat berinteraksi. Contohnya adalah tumbuhan tali putri dan benalu dengan inangnya. Tali putri tidak dapat membuat makanan sendiri sehingga mengambil sari makanan dari tumbuhan inang. Contoh lain adalah kutu yang hidup pada kulit hewan. Kutu mendapat untung karena mengisap darah, sebaliknya hewan dirugikan karena darahnya diisap dan menjadi gatal-gatal.

## 3. Hubungan Kompetisi

Hubungan kompetisi terjadi jika dalam suatu ekosistem terdapat ketidakseimbangan, misalnya kekurangan air, makanan, pasangan kawin, dan ruang. Hubungan kompetisi dapat terjadi antara individu-individu dalam satu spesies maupun individu-individu yang berbeda spesies. Contoh hubungan kompetisi yang berbeda spesies adalah hubungan antara banteng dan rusa yang menempati padang rumput yang sama. Contoh hubungan kompetisi dalam satu jenis adalah persaingan antara pejantan kumbang badak untuk memperebutkan betina ketika musim kawin tiba.

## 4. Hubungan Predasi

Hubungan predasi yaitu hubungan antara organisme yang memangsa dan organisme yang dimangsa. Contohnya adalah hubungan antara rusa dengan singa. Meskipun tampaknya kejam, hubungan predasi diperlukan untuk mengendalikan



**Gambar 8.11** Hubungan antara kupu-kupu dengan tumbuhan berbunga bersifat simbiosis mutualisme.

**Sumber:** Dokumen Penerbit



**Gambar 8.12** Hubungan antara harimau dan rusa merupakan hubungan predasi.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

jumlah populasi mangsa. Kamu tentu tahu bahwa rusa dapat berkembang biak dengan cepat. Jika sebagian populasi rusa tidak dimakan oleh singa, maka rusa-rusa itu dapat kekurangan makanan.

## Latihan 8.2

1. Apakah yang dimaksud dengan ekosistem yang seimbang?
2. Berilah contoh hubungan simbiosis mutualisme, komensalisme, dan parasitisme.
3. Bagaimanakah pola perpindahan energi pada rantai makanan dan jaring-jaring makanan?



F

## Pentingnya Menjaga Kelestarian Keanekaragaman Tumbuhan dan Hewan

Kelestarian keanekaragaman jenis makhluk hidup harus senantiasa diperhatikan agar keseimbangan ekosistem selalu terjaga. Ekosistem yang seimbang diperlukan untuk mempertahankan kehidupan manusia. Keanekaragaman tumbuhan dan hewan penting untuk kesejahteraan manusia. Coba kamu amati semua benda dan makhluk hidup beserta peranannya yang ada di sekelilingmu. Bayangkan bagaimana manusia akan memenuhi kebutuhan hidupnya tanpa tumbuhan dan hewan di sekitarnya.

### 1. Peranan Tumbuhan dan Hewan Bagi Manusia

Tumbuhan dan hewan mempunyai peran yang penting bagi manusia. Beberapa peranan tumbuhan dan hewan adalah sebagai berikut.

#### a. Sumber Pangan, Pakaian, Perumahan, dan Kesehatan

Makhluk hidup sebagai sumber pangan tidak diragukan lagi keberadaannya. Perhatikan makanan yang tersaji di meja makan. Dari manakah kamu mendapatkan bahan makanan itu? Semua berasal dari makhluk hidup. Pakaian juga berasal dari makhluk hidup, misalnya sutera dan kapas. Untuk mendirikan perumahan, kayu merupakan bahan dasar yang penting. Selain itu berbagai perabot rumah tangga juga dibuat dari kayu. Saat ini sedang marak penggunaan obat tradisional yang berasal dari makhluk hidup sebagai alternatif pengobatan. Obat tradisional merupakan sumbangan berbagai makhluk hidup untuk kesehatan manusia.

#### b. Sumber Ekonomi

Bahan baku industri membutuhkan makhluk hidup sebagai bahan bakunya. Industri perkebunan, obat-obatan, kosmetika, makanan, dan minuman, merupakan contoh industri yang berkaitan erat dengan keberadaan makhluk hidup. Selain itu banyak jenis-jenis makhluk hidup yang



**Gambar 8.13** Sapi adalah makhluk hidup sebagai sumber pangan bagi manusia.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

dapat dipanen dari alam atau hutan dan diperdagangkan langsung, misalnya rotan, umbi-umbian, hewan buruan, dan buah-buahan. Jadi keanekaragaman makhluk hidup merupakan sumber ekonomi bagi masyarakat dan bangsa Indonesia.

### c. Manfaat Ekosistem

Keanekaragaman makhluk hidup berperan penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem. Contohnya tumbuhan di hutan tropis banyak menghasilkan oksigen dan menyerap banyak karbon dioksida dari udara. Dikatakan bahwa hutan hujan tropis merupakan paru-paru dunia karena peranan pentingnya menjaga keseimbangan komposisi gas di udara. Semakin beraneka ragam makhluk hidup yang terdapat pada suatu ekosistem, akan membuat ekosistem itu semakin stabil.

### d. Manfaat Keilmuan

Keberadaan makhluk hidup berperan penting bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Keanekaragaman makhluk hidup merupakan sumber plasma nutfah. Keanekaragaman plasma nutfah diperlukan untuk menciptakan jenis-jenis tanaman atau hewan budidaya yang unggul. Selain itu adanya keanekaragaman hayati memungkinkan untuk menemukan sumber alternatif bagi pangan, obat-obatan, dan kebutuhan dasar manusia lainnya.



**Gambar 8.14** Jahe adalah jenis tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai tanaman obat.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

## 2. Usaha Pelestarian Keanekaragaman Makhluk Hidup

Begitu pentingnya keanekaragaman makhluk hidup bagi manusia, sehingga diperlukan upaya untuk melindunginya. Berbagai cara yang dapat ditempuh untuk melestarikan keanekaragaman makhluk hidup adalah sebagai berikut.

- a. Membuat aturan perundangan yang dapat melindungi kelestarian makhluk hidup.
- b. Melakukan penyuluhan dan kampanye pentingnya pelestarian keanekaragaman makhluk hidup.
- c. Pembuatan taman nasional. Fungsi taman nasional adalah perlindungan terhadap makhluk hidup dan ekosistemnya. Beberapa contoh taman nasional yang telah dibentuk adalah sebagai berikut.
  - 1) Taman Nasional Gunung Leuser di Nangroe Aceh Darussalam.
  - 2) Taman Nasional Bukit Barisan di Bengkulu.
  - 3) Taman Nasional Ujung Kulon di Jawa Barat.
  - 4) Taman Nasional Baluran di Jawa Timur.
- d. Pembuatan cagar alam. Fungsi cagar alam adalah untuk menjaga kondisi alam suatu wilayah tetap dalam keadaan alami. Beberapa contoh cagar alam adalah sebagai berikut.
  - 1) Cagar alam Pangandaran Jawa Barat.
  - 2) Cagar alam Kawah Ijen di Jawa Timur.
  - 3) Cagar alam Rafflesia di Bengkulu.



**Gambar 8.15** Rusa yang dilindungi di cagar alam Pangandaran Jawa Barat.

**Sumber:** [www.photobucket.com](http://www.photobucket.com)



- e. Penetapan hutan lindung, yang berfungsi sebagai daerah resapan air, mencegah erosi, melindungi habitat berbagai jenis makhluk hidup, dan menjaga tata guna air.
- f. Hutan wisata, merupakan hutan produksi guna diambil manfaatnya dan dapat digunakan untuk objek wisata.
- g. Taman laut, didirikan untuk menjaga wilayah laut yang memiliki keanekaragaman tinggi dan unik, misalnya taman laut Bunaken di Sulawesi Utara.
- h. Pembuatan kebun raya. Fungsi kebun raya tempat koleksi tanaman dari berbagai wilayah untuk dilestarikan, untuk penelitian, dan tempat rekreasi. Contohnya adalah kebun raya Bogor, kebun raya Cibodas, dan kebun raya Purwodadi.
- i. Pemeliharaan dan penangkaran hewan baik secara *in situ* maupun *ex situ*. Hewan dipelihara di habitat aslinya disebut pemeliharaan *in situ*, sedangkan secara *ex situ*, hewan dipelihara di luar habitat aslinya.

#### Tugas 8.4

Sebutkan hewan dan tumbuhan khas di daerahmu yang terancam punah atau langka. Kemukakan manfaat hewan dan tumbuhan tersebut serta upaya-upaya untuk melestarikannya.

#### Rangkuman

- Ekosistem adalah hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem disusun oleh komponen biotik berupa makhluk hidup dan komponen abiotik.
- Setiap makhluk hidup menempati tempat yang sesuai yang disebut habitat. Setiap makhluk hidup juga mempunyai peranan tertentu yang disebut nisia. Dalam ekosistem terdapat tingkatan trofik komponen biotik, yaitu ada organisme yang berperan sebagai produsen, konsumen primer, konsumen sekunder, konsumen tersier, konsumen puncak, dan pengurai.
- Dalam ekosistem terdapat tingkatan organisasi makhluk hidup penyusunnya. Individu-individu sejenis menyusun populasi, beberapa populasi makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungan membentuk komunitas. Komunitas dengan lingkungannya membentuk suatu ekosistem. Beberapa ekosistem membentuk bioma dan keseluruhan bioma dan ekosistem di bumi menyusun biosfer.
- Di dalam ekosistem yang seimbang, komponen penyusun ekosistem selalu berada dalam komposisi yang seimbang. Ekosistem bersifat dinamis dan selalu mengalami perubahan. Perubahan suatu ekosistem menuju keseimbangan dalam jangka waktu yang lama disebut suksesi.
- Komponen penyusun ekosistem selalu berinteraksi baik sesama komponen biotik maupun antara komponen biotik dengan komponen abiotik. Interaksi ini membentuk jaring-jaring kehidupan yang terdiri dari rantai makanan, jaring-jaring kehidupan, dan piramida makanan.
- Hubungan antarorganisme dalam suatu ekosistem dapat berupa hubungan netral, simbiosis mutualisme, komensalisme, parasitisme, kompetisi, dan predasi.

- Keanekaragaman makhluk hidup berfungsi sebagai sumber pangan, pakaian, perumahan, kesehatan. Keanekaragaman juga memberi manfaat secara ekonomi, ekosistem, dan keilmuan.
- Beberapa upaya pelestarian keanekaragaman hayati adalah dengan membuat undang-undang, penyuluhan kepada masyarakat, membuat taman nasional, cagar alam, kebun raya, dan taman laut.

## Refleksi

Kamu telah selesai mempelajari materi Ekosistem dan Pelestarian Sumber Daya Hayati dalam bab ini. Sebelum melanjutkan ke bab berikutnya, lakukan evaluasi diri dengan menjawab beberapa pertanyaan di bawah ini. Jika semua pertanyaan dapat dijawab dengan 'ya', kamu boleh melanjutkan ke bab berikutnya. Namun jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', kamu perlu mengulang kembali materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada kesulitan atau ada hal-hal yang tidak dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

1. Apakah kamu sudah memahami pengertian ekosistem dan interaksi yang terjadi di dalamnya?
2. Dapatkah kamu menjelaskan organisasi dalam ekosistem dan pentingnya keseimbangan ekosistem?
3. Apakah kamu sudah mengetahui hubungan antarkomponen ekosistem yang membentuk rantai makanan, jaring-jaring makanan, piramida makanan, dan jenis-jenis interaksinya?
4. Apakah kamu dapat menjelaskan arti penting keanekaragaman hayati bagi manusia dan menjelaskan cara melestarikan keanekaragaman tersebut?

## Latih Kemampuan 8

### I. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Makhluk hidup yang mampu menggunakan sinar matahari untuk mengolah makanan adalah ....  
a. tumbuhan                      c. hewan  
b. manusia                        d. jamur
2. Berikut ini adalah contoh individu, *kecuali* ....  
a. sekumpulan bebek  
b. sekandang ayam  
c. sepotong paha ayam  
d. seekor monyet
3. Makhluk hidup yang berperan sebagai produsen pada ekosistem air laut adalah ....  
a. hiu                                c. tumbuhan laut  
b. paus                               d. ikan kecil
4. Yang berperan sebagai produsen air tawar adalah ....  
a. alga                                c. serangga  
b. jamur                              d. ikan kecil
5. Berikut ini adalah jenis-jenis simbiosis, *kecuali* ....  
a. mutualisme                      c. komensalisme  
b. parasitisme                      d. netral
6. Gabungan sekelompok kuda, sekelompok singa dan sekelompok rusa di padang rumput, membentuk ....  
a. ekosistem                        c. populasi  
b. komunitas                       d. individu
7. Faktor abiotik yang berpengaruh pada tersedianya oksigen pada lautan adalah ....  
a. cahaya matahari                c. angin  
b. suhu                                d. air
8. Manfaat tumbuhan air dalam akuarium bagi komponen biotik lain adalah ....  
a. keindahan  
b. menjernihkan air  
c. suplai oksigen  
d. membuat teduh

9. Ekosistem yang paling mudah mengalami perubahan rantai makanan setiap tahun adalah ....
  - a. laut
  - b. sawah
  - c. sungai
  - d. hutan
10. Jatuhnya daun pada tanah dapat mengakibatkan ....
  - a. kesuburan tanah bertambah
  - b. kesuburan tanah menurun
  - c. kematian tumbuhan lain
  - d. kandungan mineral berkurang
11. Hutan memiliki keanekaragaman hayatinya yang sangat tinggi, karena di hutan dapat ditemukan berbagai jenis makhluk hidup. Karena itu hutan disebut gudang ....
  - a. tumbuhan
  - b. hewan
  - c. mikroorganisme
  - d. plasma nutfah
12. Berikut ini hewan endemik yang ada di Indonesia adalah ....
  - a. maleo di Sulawesi
  - b. anoa di Papua
  - c. badak bercula satu di Sulawesi
  - d. jalak putih di Kalimantan
13. Usaha manusia yang dapat menurunkan keanekaragaman hayati adalah ....
  - a. penanaman monokultur
  - b. reboisasi
  - c. tebang pilih Indonesia
  - d. rotasi tanaman
14. Taman Nasional Ujung Kulon di Jawa Barat melindungi hewan endemik ....
  - a. babi hutan
  - b. harimau jawa
  - c. badak bercula satu
  - d. jerapah
15. Berikut ini taman laut yang dilindungi di Indonesia, kecuali ...
  - a. TL Bunaken
  - b. TL Pulau Seribu
  - c. TL Karimunjawa
  - d. TL Selat Karimata

## II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan tepat!

1. Mengapa akuarium disebut sebuah ekosistem?
2. Dalam ekosistem, mana yang seharusnya lebih banyak, produsen atau konsumen? Mengapa?
3. Sebutkan contoh hubungan kompetisi pada ekosistem laut.
4. Gambarkan sebuah rantai makanan yang terdapat pada ekosistem sungai.
5. Sebutkan usaha-usaha yang dapat kamu lakukan untuk mencegah kepunahan hewan dan tumbuhan khas daerahmu.

### Wacana Sains

#### Bunga dan Satwa Nasional

Tahukah kamu, luas hutan alami di Indonesia menyusut dengan kecepatan yang sangat tinggi. Saat ini lebih dari 75 persen hutan telah hilang. Kerusakan hutan telah mengakibatkan kawasan menjadi rentan terhadap bencana kekeringan, banjir, maupun tanah longsor. Kerusakan hutan juga berarti kehilangan keanekaragaman hewan dan tumbuhan. Hutan tropis mengandung 50% – 90% keanekaragaman hayati dunia, sehingga kerusakan hutan hujan tropis dapat menyebabkan hilangnya 15% spesies yang hidup di hutan tersebut. Tentu saja hal ini tidak boleh dibiarkan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan apresiasi bangsa Indonesia terhadap kekayaan keanekaragaman hayati, pada tanggal 9 Januari 1993 pemerintah menetapkan tiga bunga dan tiga satwa nasional.

Tiga bunga nasional dan gelarnya adalah *melati* sebagai bunga bangsa, *anggrek bulan* sebagai bunga pesona, dan *Rafflesia arnoldii* sebagai bunga langka. Sedangkan tiga satwa nasional adalah *komodo* sebagai satwa nasional darat, *ikan solera merah* atau *arwana* sebagai satwa nasional air, dan *elang jawa* sebagai satwa nasional udara.



# Bab IX

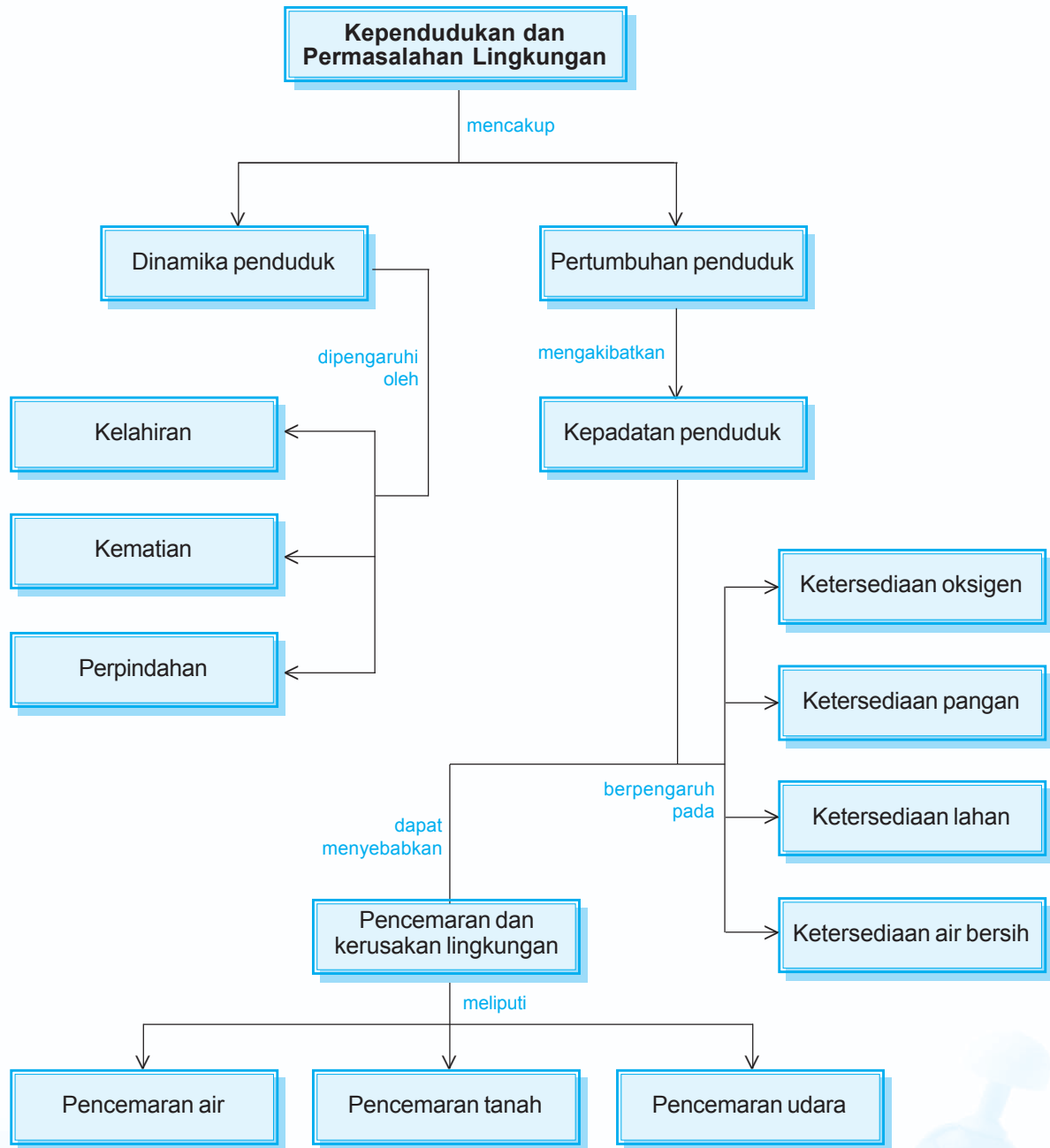
## Kependudukan dan Permasalahan Lingkungan



Jumlah penduduk selalu bertambah menimbulkan kepadatan populasi terus meningkat. Hal ini akan berpengaruh pada daya dukung lingkungan. Permasalahan yang muncul misalnya semakin langkanya sumber daya alam, terjadinya pencemaran, dan terjadinya persaingan untuk mendapatkan sumber daya alam. Bagaimana usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi masalah kependudukan?

Pada bab ini kamu akan mempelajari kependudukan dan permasalahannya, yaitu memprediksi pengaruh kepadatan penduduk terhadap lingkungan dan peranan manusia dalam pengelolaan lingkungan untuk mengatasi pencemaran dan kerusakan lingkungan.

# Peta Konsep



## Kata Kunci

- penduduk
- persebaran
- polusi
- kepadatan
- pencemaran

Jumlah penduduk selalu bertambah sehingga kepadatan populasi terus meningkat. Hal ini akan berpengaruh pada daya dukung lingkungan. Daya dukung lingkungan yang terbatas menyebabkan terjadinya kelangkaan sumber daya alam, terjadinya pencemaran, dan timbul persaingan untuk mendapatkan sumber daya alam. Selain itu pertumbuhan penduduk yang tinggi tanpa diikuti pertumbuhan ekonomi yang seimbang sering kali hanya menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas rendah. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mengendalikan pertumbuhan penduduk agar permasalahan yang timbul dapat ditekan serendah mungkin.



## A Dinamika Penduduk

Jumlah penduduk di suatu daerah dari waktu ke waktu senantiasa berubah. Perubahan jumlah penduduk di suatu daerah dari waktu ke waktu disebut dengan *dinamika penduduk*. Dinamika penduduk sering menunjukkan kecenderungan bertambah yang disebut *pertumbuhan penduduk*. Dinamika penduduk dipengaruhi oleh berbagai hal antara lain kelahiran, kematian, dan perpindahan penduduk.

### 1. Kelahiran

Jumlah penduduk akan bertambah jika terdapat kelahiran. Angka kelahiran atau *natalitas* menunjukkan jumlah kelahiran bayi hidup setiap 1.000 penduduk di suatu daerah per tahun. Angka kelahiran di suatu daerah dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut.

$$\text{Angka kelahiran} = \frac{\text{jumlah bayi lahir dalam 1 tahun}}{\text{jumlah penduduk}} \times 1.000$$

Kriteria atau penggolongan angka kelahiran adalah sebagai berikut.

- Jika angka kelahiran menunjukkan lebih dari 30, maka angka kelahiran di tempat tersebut tergolong tinggi.
- Jika angka kelahiran menunjukkan angka 20 – 30, maka angka kelahiran di tempat tersebut tergolong sedang.
- Jika angka kelahiran menunjukkan angka kurang dari 20, maka angka kelahiran di tempat tersebut tergolong rendah.

Misalnya selama tahun 2008 di desa Suka Rajin terdapat kelahiran 145 jiwa. Data jumlah penduduk pada akhir tahun 2007 berjumlah 2.500 jiwa. Maka kriteria angka kelahiran di desa Suka Rajin pada tahun 2008 dapat ditentukan sebagai berikut.

Jumlah kelahiran tahun 2008 adalah 145 jiwa.

Jumlah penduduk akhir tahun 2007 adalah 2.500 jiwa.

$$\text{Angka kelahiran} = \frac{145}{2.500} \times 1000 = 58$$

Karena angka kelahiran di atas 30, maka angka kelahiran di desa Suka Rajin pada tahun 2008 tergolong tinggi.



**Gambar 9.1** Jumlah penduduk yang terus bertambah menyebabkan kepadatan penduduk yang tinggi.

**Sumber:** Microsoft Student, 2006



**Gambar 9.2** Bayi yang baru lahir.

**Sumber:** Dokumen Penerbit



## 2. Kematian

Jumlah penduduk dapat berkurang jika ada kematian. Angka kematian atau *mortalitas* menunjukkan jumlah kematian per 1.000 penduduk di suatu daerah setiap tahun. Angka kematian di suatu tempat dapat dihitung berdasarkan rumus berikut.

$$\text{Angka kematian} = \frac{\text{jumlah penduduk meninggal dalam 1 tahun}}{\text{jumlah penduduk}} \times 1.000$$

Kriteria atau penggolongan angka kematian adalah sebagai berikut.

- Jika angka kematian menunjukkan lebih dari 18, maka angka kematian di tempat tersebut tergolong tinggi.
- Jika angka kematian menunjukkan angka 14–18, maka angka kematian di tempat tersebut tergolong sedang.
- Jika angka kematian menunjukkan angka kurang dari 14, maka angka kematian di tempat tersebut tergolong rendah.

Misalnya selama tahun 2008 di desa Suka Rajin terdapat kematian 45 jiwa. Data statistik menunjukkan bahwa jumlah penduduk desa Suka Rajin pada akhir tahun 2007 berjumlah 2.500 jiwa. Maka kriteria angka kematian di desa Suka Rajin pada tahun 2008 dapat ditentukan sebagai berikut.

Jumlah kematian tahun 2008 adalah 45 jiwa.

Jumlah penduduk akhir tahun 2007 adalah 2.500 jiwa.

$$\text{Angka kelahiran} = \frac{45}{2.500} \times 1000 = 18$$

Jadi, angka kematian di desa Suka Rajin pada tahun 2008 termasuk golongan sedang.



**Gambar 9.3** Kematian menurunkan pertumbuhan penduduk.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

## 3. Perpindahan (*Migrasi*)

Migrasi adalah perpindahan penduduk dari suatu tempat ke tempat lain. Migrasi terbagi menjadi beberapa jenis, antara lain sebagai berikut.

- Emigrasi* adalah keluarnya penduduk dari dalam negeri ke luar negeri untuk menetap.
- Imigrasi* adalah perpindahan penduduk negara lain ke negara tertentu untuk menetap.
- Transmigrasi* adalah perpindahan penduduk dari suatu daerah ke daerah lain dalam suatu negara.
- Urbanisasi* adalah perpindahan penduduk dari desa ke kota.

Faktor yang mendorong terjadinya suatu migrasi adalah sebagai berikut.

- Faktor keamanan.
- Faktor ekonomi, seperti kemudahan mencari lahan pekerjaan dan biaya hidup yang murah.
- Faktor kelengkapan sarana dan prasarana, seperti sarana pendidikan, hiburan, dan sarana pemenuhan kebutuhan komunikasi dan transportasi.

## Tugas 9.1

Carilah data jumlah kelahiran, kematian, jumlah penduduk yang keluar dan masuk, jumlah total penduduk, dan luas wilayah (data tahun 2006, 2007, dan 2008) ke kantor kelurahan di tempat tinggalmu. Tentukan angka kelahiran dan kematian pada tahun 2007 dan 2008 beserta kriterianya. Tentukan pula banyaknya penduduk yang datang dan pergi selama 1 tahun.

### 4. Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk adalah dinamika penduduk yang menunjukkan peningkatan jumlah penduduk. Secara sederhana pertumbuhan penduduk dipengaruhi oleh kelahiran, kematian, dan migrasi. Kelahiran dan imigrasi akan menambah pertumbuhan penduduk, sedangkan kematian dan emigrasi akan mengurangi pertumbuhan penduduk. Jumlah penduduk di suatu negara dapat ditentukan dengan mengadakan *sensus penduduk*. Dalam sensus penduduk, jumlah penduduk, jumlah kelahiran, dan kematian dicatat.

Untuk memudahkan perhitungan, pertumbuhan penduduk dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$P = (L - M) + (I - E)$$

Keterangan:

P = pertumbuhan penduduk  
L = jumlah kelahiran  
M = jumlah kematian  
I = jumlah imigrasi  
E = jumlah emigrasi

Misalnya selama tahun 2008 di desa Tugu Baru terdapat catatan jumlah kelahiran 120 jiwa, jumlah kematian 13 jiwa, pendatang 23 jiwa, dan yang mengajukan perpindahan penduduk berjumlah 15 jiwa. Maka pertumbuhan penduduk desa Tugu Baru selama tahun 2008 dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Pertumbuhan penduduk} &= (L - M) + (I - E) \\ &= (120 - 13) + (23 - 15) \\ &= 115\end{aligned}$$

Jadi, pertumbuhan penduduk desa Tugu Baru pada tahun 2008 adalah 115 jiwa.

## Tugas 9.2

Dari data yang kamu peroleh pada **Tugas 9.1**, tentukan pertumbuhan penduduk pada tahun 2006, 2007, dan 2008.

## Info Sains

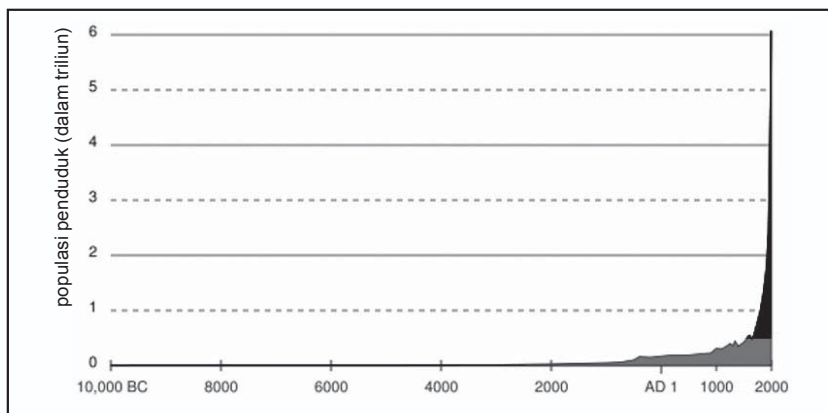
### Jumlah Penduduk Dunia

Berdasarkan data yang diterbitkan Biro Sensus Amerika Serikat, penduduk dunia telah mencapai 6,5 milyar jiwa pada tanggal 26 Februari 2006 pukul 07.16 WIB. Dari jumlah tersebut, 4 milyar di antaranya tinggal di Asia. Tujuh dari sepuluh negara berpenduduk terbanyak di dunia berada di Asia, yaitu Cina (1.306.313.812 jiwa), India (1.103.600.000 jiwa), Indonesia (241.973.879 jiwa), Pakistan (162.419.946 jiwa), Bangladesh (144.319.628 jiwa), Rusia (143.420.309 jiwa), dan Jepang (127.417.244 jiwa). Negara lain yang populasi penduduknya tinggi adalah Amerika Serikat (298.186.698 jiwa), Brasil (186.112.794 jiwa), dan Nigeria (128.771.988 jiwa).

Sumber: [id.wikipedia.org](http://id.wikipedia.org)

Populasi penduduk dunia terus bertambah dari tahun ke tahun. Dalam kurun waktu tahun 1950 hingga tahun 2000, populasi penduduk dunia mengalami pertumbuhan yang sangat cepat. Diperkirakan seperlima dari seluruh manusia yang pernah hidup pada enam ribu tahun terakhir, hidup pada saat ini. Pada tanggal 19 Oktober 2012 pukul 03.36 WIB, jumlah penduduk dunia diperkirakan akan mencapai 7 milyar jiwa.

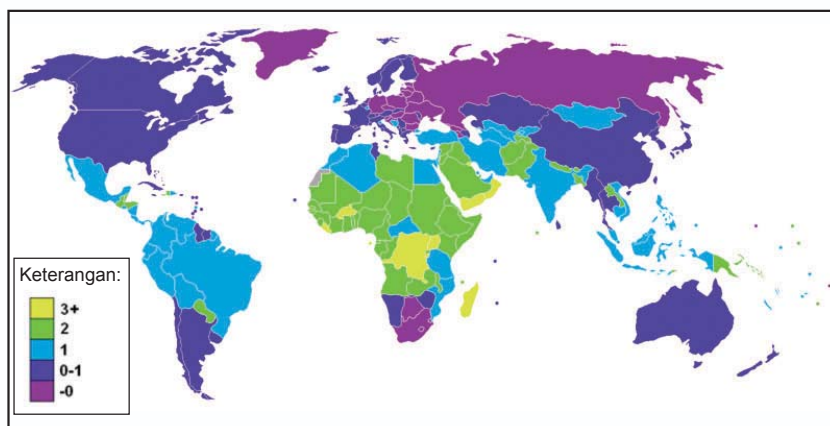
Perhatikan grafik pertumbuhan populasi penduduk dunia pada gambar di bawah ini.



**Gambar 9.4** Grafik populasi penduduk dunia hingga tahun 2000.

Sumber: [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)

Laju pertumbuhan penduduk dunia tidak merata. Laju pertumbuhan yang tinggi umumnya terjadi di negara berkembang. Di negara maju, laju pertumbuhan rendah, bahkan tidak mengalami pertumbuhan. Untuk lebih jelasnya, kamu dapat melihatnya pada gambar di bawah ini.



**Gambar 9.5** Peta pertumbuhan penduduk dunia.

Sumber: [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)

Bagaimanakah pertumbuhan penduduk di Indonesia? Pertumbuhan penduduk Indonesia juga tinggi. Bahkan Indonesia termasuk dalam sepuluh negara berpenduduk terbanyak. Agar kamu memperoleh gambaran besarnya laju pertumbuhan penduduk di Indonesia, perhatikan data jumlah penduduk Indonesia pada **Tabel 9.1**.



**Tabel 9.1** Jumlah penduduk Indonesia tahun 1971 – 2005.

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1971	119.208.229
1980	147.490.298
1990	179.378.946
1995	194.754.808
2000	205.132.458
2005	218.868.791

**Sumber:** [www.datastatistik-indonesia.com](http://www.datastatistik-indonesia.com)

Dari tabel di atas, kamu dapat melihat bawah jumlah penduduk Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Pertumbuhan penduduk yang tinggi mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan berbagai sumber daya seperti tanah, air, mineral, dan energi. Tidak semua sumber daya alam tersedia dengan melimpah dan dapat diperbarui. Jika sumber daya alam terus digali, persediaannya akan terus berkurang. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengendalian pertumbuhan jumlah penduduk dan pemanfaatan sumber daya alam yang bijaksana.

## 5. Kepadatan Penduduk

Kepadatan penduduk adalah perbandingan antara jumlah penduduk dengan luas wilayah yang ditempati. Kepadatan penduduk akan meningkat jika angka kelahiran tinggi dan angka kematian rendah, apalagi bila diikuti tingkat imigrasi yang tinggi. Hal ini dapat menyebabkan ledakan penduduk, yaitu keadaan di mana pertumbuhan penduduk sangat pesat melebihi daya dukung alam.

Untuk menghitung kepadatan penduduk yang menempati area (luasan wilayah) tertentu dalam suatu kurun waktu digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kepadatan penduduk} = \frac{\text{jumlah penduduk (jiwa)}}{\text{luas wilayah (km}^2\text{)}}$$

Coba kamu hitung kepadatan penduduk di daerahmu dari data yang kamu peroleh pada **Tugas 9.1**.

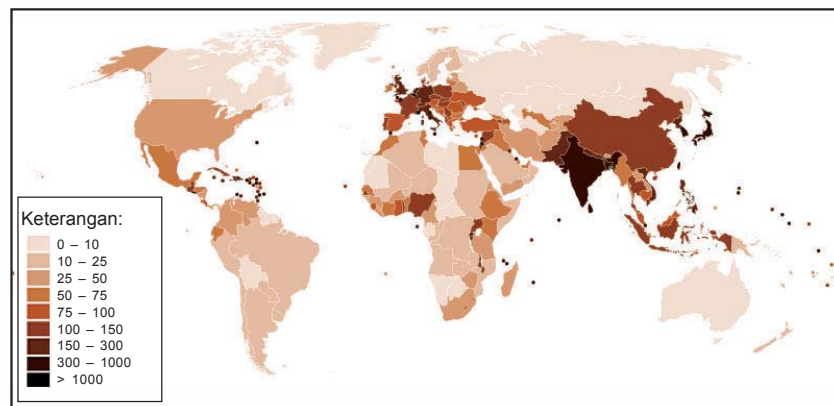
Kepadatan penduduk di suatu daerah berbeda-beda. Di Indonesia, pulau yang paling padat penduduknya adalah Pulau Jawa. Umumnya kepadatan penduduk di kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, Medan, dan Denpasar cukup tinggi. Sedangkan kepadatan penduduk di pedesaan luar Pulau Jawa umumnya relatif rendah. Kepadatan dan persebaran penduduk yang tidak merata dapat menyebabkan terjadinya kesenjangan pembangunan. Oleh karena itu pemerintah Indonesia sejak dahulu selalu mengupayakan pemerataan persebaran penduduk. Salah satu usaha yang dilakukan adalah dengan program transmigrasi.



**Gambar 9.6** Pemukiman padat penduduk.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

Kepadatan penduduk dunia juga tidak merata antara satu negara dengan negara yang lain. India merupakan salah satu negara yang penduduknya sangat padat. Untuk lebih jelasnya, kamu dapat mengamati gambar berikut ini.



**Gambar 9.7** Peta kepadatan populasi penduduk dunia.

**Sumber:** [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)

### Latihan 9.1

1. Permasalahan apakah yang ditimbulkan akibat terjadinya ledakan penduduk?
2. Usaha apa yang dapat dilakukan untuk menekan pertumbuhan populasi manusia?
3. Apakah tujuan pemerintah gencar melaksanakan program transmigrasi?



## B Dampak Kepadatan Penduduk terhadap Lingkungan

Kepadatan penduduk dapat mempengaruhi kualitas penduduknya. Pada daerah yang kepadatannya tinggi, usaha peningkatan kualitas penduduk lebih sulit dilaksanakan. Hal ini menimbulkan permasalahan sosial ekonomi, keamanan, kesejahteraan, ketersediaan lahan dan air bersih, kebutuhan pangan, dan dapat berdampak pada kerusakan lingkungan. Coba kamu perhatikan tingkat pencemaran yang diakibatkan oleh kendaraan bermotor antara daerah pedesaan dengan daerah perkotaan. Tentu tingkat pencemaran udara di kota lebih tinggi.

Tumbuhnya kawasan industri dan semakin padatnya pemukiman penduduk di daerah perkotaan menyebabkan timbulnya berbagai permasalahan yang nyata. Kepadatan penduduk mempengaruhi beberapa aspek yang berkaitan dengan kehidupan penduduk berikut ini.

### 1. Ketersediaan Udara Bersih

Udara bersih merupakan kebutuhan mutlak bagi kelangsungan hidup manusia. Udara bersih banyak mengandung oksigen. Semakin banyak jumlah penduduk berarti semakin banyak oksigen yang diperlukan. Namun kebersihan udara tidak semata-mata ditentukan oleh kadar oksigen saja. Gas-gas

lain yang ada di udara seperti karbon dioksida, oksigen nitrogen, dan oksigen belerang juga mempengaruhi kualitas udara. Apabila kandungan gas-gas ini meningkat, maka dapat dikatakan bahwa udara telah tercemar.

Bertambahnya pemukiman, alat transportasi, dan kawasan industri yang menggunakan bahan bakar fosil (minyak bumi, bensin, solar, dan batu bara) mengakibatkan kadar  $\text{CO}_2$  dan CO di udara semakin tinggi. Berbagai kegiatan industri juga menghasilkan gas-gas pencemar seperti oksida nitrogen ( $\text{NO}_x$ ) dan oksida belerang ( $\text{SO}_x$ ) di udara. Zat-zat sisa itu dihasilkan akibat dari pembakaran yang tidak sempurna.

Jadi kamu dapat memahami bahwa akan semakin sulit mencari udara bersih di daerah perkotaan dan kawasan industri. Padahal penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesehatan seseorang akan menurun dengan banyaknya zat pencemar di udara. Idealnya semakin tinggi kepadatan penduduk, maka kebutuhan oksigen semakin banyak. Oleh karena itu pemerintah kota di setiap wilayah gencar mengkampanyekan penanaman pepohonan. Selain sebagai penyejuk dan keindahan, pepohonan berfungsi sebagai hutan kota untuk menurunkan tingkat pencemaran udara.

## 2. Ketersediaan Pangan

Untuk bertahan hidup, manusia membutuhkan makanan. Dengan bertambahnya jumlah populasi penduduk, maka jumlah makanan yang diperlukan juga semakin banyak. Ketidakseimbangan antara bertambahnya jumlah penduduk dengan bertambahnya produksi pangan sangat mempengaruhi kualitas hidup manusia. Akibatnya penduduk dapat kekurangan gizi atau bahkan kurang pangan.

Di kota-kota besar, lahan pertanian boleh dikatakan hampir tidak ada lagi. Sebagian besar lahan pertanian di kota digunakan untuk lahan pembangunan pabrik, perumahan, kantor, dan pusat perbelanjaan. Untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat kota sangat tergantung dengan tersedianya pangan dari desa. Jadi kenaikan jumlah penduduk akan meningkat pula kebutuhan pangan dan lahan.

**Thomas Robert Maltus** seorang sosiolog Inggris, mengemukakan teori yang berjudul *Essay on The Principle of Population*. Maltus menyimpulkan bahwa pertambahan penduduk mengikuti *deret ukur*, sedangkan pertambahan produksi pangan mengikuti *deret hitung*. Jadi semakin meningkat pertumbuhan penduduk, semakin tinggi pula kebutuhan pangan. Padahal pertumbuhan penduduk lebih cepat daripada pertumbuhan produksi pangan. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya kekurangan pangan. Oleh karena itu peningkatan produksi pangan perlu digalakkan. Penduduk yang kekurangan makanan akan menyebabkan gangguan pada fungsi kerja tubuh dan dapat terjangkit penyakit seperti busung lapar, anemia, dan beri-beri.



**Gambar 9.8** Hutan berperan untuk menurunkan tingkat pencemaran udara.

Sumber: Microsoft Student, 2006

### Tokoh Sains

Robert Maltus



Thomas Robert Malthus, (Februari 1766 – 23 Desember 1834), adalah seorang pakar demografi Inggris dan ekonom politik yang terkenal karena pandangannya yang pesimistik namun sangat berpengaruh tentang pertumbuhan penduduk.

Dalam *An Essay on the Principle of Population*, yang diterbitkan pada 1798, Malthus membuat ramalan yang terkenal bahwa jumlah populasi akan mengalahkan pasokan makanan, yang menyebabkan berkurangnya jumlah makanan per orang. Ia bahkan meramalkan secara spesifik bahwa hal ini pasti akan terjadi pada pertengahan abad ke-19, sebuah ramalan yang gagal karena beberapa alasan, termasuk penggunaan analisis statisnya, yang memperhitungkan kecenderungan-kecenderungan mutakhir dan memproyeksikannya secara tidak terbatas ke masa depan, yang hampir selalu gagal untuk sistem yang kompleks.

Sumber: [id.wikipedia.org](https://id.wikipedia.org)





**Gambar 9.9** Kepadatan penduduk yang tinggi sering menyebabkan lahan pertanian diubah menjadi perumahan.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

Bagaimana dengan kondisi pangan di negara kita? Kamu tentu memperhatikan, akhir-akhir sering diberitakan tentang kekurangan pangan di berbagai daerah, busung lapar melanda penduduk miskin, serta kehidupan petani dan nelayan yang semakin sulit. Pemerintah berusaha mengatasi masalah ini dengan mengimpor bahan makanan pokok dari negara lain. Tetapi kebijaksanaan ini juga menimbulkan kontroversi karena akan menurunkan nilai jual bahan makanan yang dihasilkan petani dalam negeri.

### 3. Ketersediaan Lahan

Kepadatan penduduk mendorong peningkatan kebutuhan lahan, baik lahan untuk tempat tinggal, sarana penunjang kehidupan, industri, tempat pertanian, dan sebagainya. Untuk mengatasi kekurangan lahan, sering dilakukan dengan memanfaatkan lahan pertanian produktif untuk perumahan dan pembangunan sarana dan prasarana kehidupan. Selain itu pembukaan hutan juga sering dilakukan untuk membangun areal industri, perkebunan, dan pertanian. Meskipun hal ini dapat dianggap sebagai solusi, sesungguhnya kegiatan itu merusak lingkungan hidup yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan. Jadi peluang terjadinya kerusakan lingkungan akan meningkat seiring dengan bertambahnya kepadatan penduduk.

### 4. Ketersediaan Air Bersih

Air bersih yang digunakan sehari-hari sebagian besar berasal dari air tanah, air permukaan, dan air atmosfer. Jumlah air di bumi ini tetap, sedangkan jumlah penduduk makin bertambah dari tahun ke tahun. Meskipun  $\frac{2}{3}$  dari luasan bumi berupa air, namun tidak semua jenis air dapat digunakan secara langsung. Oleh karena itu persediaan air bersih yang terbatas dapat menimbulkan masalah yang cukup serius. Air bersih dibutuhkan oleh berbagai macam industri, untuk memenuhi kebutuhan penduduk, irigasi, ternak, dan sebagainya. Jumlah penduduk yang meningkat juga berarti semakin banyak sampah atau limbah yang dihasilkan.



**Gambar 9.10** Unit pengolahan air mengolah air sungai menjadi air bersih untuk memenuhi kebutuhan air bagi penduduk kota.

**Sumber:** [www.dayton-knight.com](http://www.dayton-knight.com)

Pembuatan sumur artesis untuk keperluan industri dan kompleks perumahan mengakibatkan sumur-sumur tradisional mengering. Selain itu, kawasan pemukiman padat penduduk sering hanya menyediakan sedikit kawasan terbuka sebagai daerah serapan air hujan. Kawasan yang tertutup rapat oleh aspal dan beton membuat air tidak dapat meresap ke lapisan tanah, sehingga pada waktu hujan air hanya mengalir begitu saja melalui permukaan tanah. Akibatnya cadangan air di dalam tanah semakin lama semakin berkurang sehingga pada musim kemarau sering kekurangan air bersih.

Saat ini banyak dikembangkan teknologi sederhana untuk menjernihkan air dari sumber air terbuka seperti sungai dan bendungan. Untuk mempelajari salah satu cara penjernihan air, lakukan **Kegiatan 9.1** berikut ini.

### Kegiatan 9.1

#### Penjernihan Air

##### Tujuan:

Menjernihkan air dengan cara yang sederhana.

##### Alat dan bahan:

1. Gelas piala berukuran 1 liter
2. Pengaduk
3. Mortar atau penumbuk lain
4. Biji kelor secukupnya yang masih utuh dengan sayapnya
5. Air yang keruh

##### Prosedur kerja:

1. Ambillah air yang akan dijernihkan dalam gelas piala.
2. Tumbuklah 3 – 5 biji kelor hingga halus. Tambahkan sedikit air setelah biji kelor halus.
3. Masukkan tumbukan biji kelor ke dalam gelas piala berisi air keruh dan aduklah selama 5 – 10 menit.
4. Biarkan selama 2 – 3 jam sehingga gumpalan-gumpalan yang terbentuk dapat mengendap.
6. Pindahkan bagian yang jernih pada bagian atas ke gelas lainnya.

##### Pertanyaan:

1. Bagaimanakah kualitas air yang dijernihkan dengan biji kelor? Apakah kegiatan di atas dapat dijadikan salah satu cara dalam memenuhi kebutuhan air bersih?
2. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas.

## 5. Pencemaran lingkungan

Kepadatan populasi manusia berpengaruh pada kondisi ekosistem. Aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya sering menimbulkan dampak buruk pada ling-

kungan. Misalnya untuk memenuhi kebutuhan bahan bangunan dan kertas, maka kayu di hutan ditebang. Untuk memenuhi kebutuhan lahan pertanian, maka hutan dibuka dan rawa/lahan gambut dikeringkan. Untuk memenuhi kebutuhan sandang, didirikan pabrik tekstil. Untuk mempercepat transportasi, diciptakan berbagai jenis kendaraan bermotor. Apabila tidak dilakukan dengan benar, aktivitas seperti contoh tersebut lambat laun dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan kerusakan ekosistem. Misalnya penebangan hutan yang tidak terkendali dapat mengakibatkan berbagai bencana seperti banjir dan tanah longsor, serta dapat menyingkapkan kekayaan keanekaragaman hayati di hutan tersebut. Apabila daya dukung lingkungan terbatas, maka pemenuhan kebutuhan penduduk selanjutnya menjadi tidak terjamin.

Di daerah yang berpenduduk padat, sampah rumah tangga yang dihasilkan juga banyak. Karena terbatasnya tempat penampungan sampah, seringkali sampah dibuang di tempat yang tidak semestinya, misalnya di sungai. Akibatnya timbul pencemaran air dan tanah. Selain itu di daerah yang padat, kebutuhan transportasi juga bertambah sehingga jumlah kendaraan bermotor meningkat. Hal ini akan menimbulkan pencemaran udara dan suara. Jadi kepadatan penduduk yang tinggi dapat mengakibatkan timbulnya berbagai pencemaran lingkungan dan kerusakan ekosistem.

### Latihan 9.2

1. Identifikasilah dampak positif dan negatif akibat ledakan penduduk.
2. Jelaskan hubungan antara tingkat pertumbuhan penduduk yang tinggi dengan kerusakan lingkungan.
3. Mengapa suatu negara dengan jumlah penduduk yang tinggi dapat memiliki ancaman rawan pangan?



## Kerusakan Lingkungan dan Upaya Mengatasinya

Kamu telah memahami bahwa peningkatan jumlah penduduk yang tidak terkendali dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Lingkungan dikatakan rusak apabila keseimbangan ekosistem yang ada di dalamnya telah terganggu. Berbagai aktivitas manusia dan perkembangan teknologi telah menimbulkan kerusakan lingkungan dan berbagai macam pencemaran. *Pencemaran* adalah masuknya makhluk hidup, zat, atau energi ke dalam lingkungan yang berakibat penurunan kualitas lingkungan hingga pada tingkatan tertentu. Zat yang dapat menyebabkan pencemaran disebut *polutan*. Suatu zat dikatakan bersifat polutan jika keberadaannya dapat membahayakan kesehatan dan kehidupan makhluk hidup,



jumlahnya melebihi batas, dan berada pada waktu dan tempat yang tidak tepat. Berikut ini beberapa jenis kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh aktivitas manusia.

## 1. Pencemaran Air dan Cara Mengatasinya

Air yang tercemar menunjukkan ciri-ciri tertentu seperti keruh atau berwarna, berbau, pH asam atau basa, mengandung berbagai bahan kimia berbahaya seperti logam berat, atau mengandung mikroorganisme yang dapat mengganggu pengguna air. Pencemaran air dapat terjadi baik di perairan darat (sungai, danau, rawa) maupun di perairan laut. Kerusakan perairan darat dapat disebabkan oleh limbah industri, rumah tangga, dan penggundulan hutan. Industri sering membuang bahan berbahaya dan beracun langsung ke perairan tanpa melalui unit pengolahan limbah. Limbah industri ini sering mengandung merkuri, arsen, dan kadmium. Zat-zat ini bersifat racun sehingga merusak kehidupan di ekosistem perairan dan berbahaya bagi hewan atau manusia yang meminum air dari kawasan tersebut.

Limbah rumah tangga dan pertanian juga dapat merusak ekosistem perairan darat. Sisa pupuk dan deterjen yang terbawa oleh air dapat menyuburkan perairan darat. Akibatnya ganggang dan eceng gondok dapat tumbuh sangat subur (mengalami *eutrofikasi*). Ganggang yang tumbuh subur ini dapat menghabiskan cadangan oksigen di perairan, sehingga ikan dan organisme air tawar lainnya mati. Selain itu ganggang juga menghasilkan racun yang membahayakan makhluk hidup yang minum air dari perairan yang tercemar.

Perairan laut dapat dirusak oleh masuknya limbah yang dibawa air sungai, tumpahan minyak, dan limbah industri. Tumpahan minyak dapat terjadi akibat kecelakaan kapal tanker yang mengangkut minyak. Laut juga dapat mengalami eutrofikasi seperti perairan sungai. Jenis ganggang yang sering tumbuh melimpah pada perairan laut yang sangat subur adalah *Gelidium*. Akibatnya laut menjadi berwarna kemerahan yang disebut *pasang merah*.



**Gambar 9.11** Limbah rumah tangga yang dibuang ke perairan dapat menyebabkan pencemaran air.

**Sumber:** gb.cri.cn

Usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pencemaran air adalah sebagai berikut.

- a. Limbah cair industri tidak boleh dibuang langsung ke lingkungan, tetapi harus diolah dulu di unit pengolahan limbah. Setelah memenuhi persyaratan tertentu, limbah baru boleh dibuang ke alam. Beberapa tahap pengolahan limbah cair adalah sebagai berikut.
  - 1) Pengolahan primer, dilakukan secara mekanik dengan cara menyaring kotoran kasar. Hasil penyaringan diendapkan.
  - 2) Pengolahan sekunder, dilakukan secara biologi dengan menambah bakteri aerobik ke dalam limbah untuk mengurangi kadar racun pada limbah organik sampai 90%.
  - 3) Pengolahan lanjutan, merupakan pengolahan yang bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa zat kimia, agen biologis, dan partikel-partikel yang tertinggal setelah pengolahan primer dan sekunder. Contohnya dengan memberi desinfektan.
- b. Penyuluhan dan pengawasan penggunaan pupuk pada lahan pertanian agar dilakukan secara efisien.
- c. Pengawasan terhadap batas minimal kandungan fosfat dalam detergen atau bahan pencuci dalam rumah tangga.

Selain ketiga langkah di atas, masih banyak langkah-langkah lain yang dapat dilakukan untuk menjaga kualitas air di perairan.

## 2. Pencemaran Tanah dan Cara Mengatasinya

Pencemaran tanah sering berkaitan erat dengan pencemaran perairan. Penyebab pencemaran tanah misalnya limbah rumah tangga, limbah industri, nuklir, sampah perkotaan, kerusakan hutan, dan bencana alam. Setiap hari, aktivitas manusia menghasilkan sampah, sehingga sampah yang terkumpul dalam sehari dapat mencapai berjuta-juta ton. Sebagian sampah, terutama sampah organik dapat dihancurkan menjadi tanah atas jasa organisme saprofit dan pengurai. Namun sebagian lagi tidak dapat diuraikan seperti pestisida, sisa oli mesin, deterjen, karet, kaleng, kaca, plastik, dan zat-zat lain yang sulit terurai secara alami. Bahan-bahan tersebut menetap di lingkungan sehingga menjadi bahan pencemar pada tanah



**Gambar 9.12** Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran tanah.

*Sumber:* [gambang.files.wordpress.com](http://gambang.files.wordpress.com)

Kerusakan tanah juga dapat disebabkan oleh kerusakan hutan, misalnya karena aktivitas penebangan secara liar. Selain melenyapkan kekayaan keanekaragaman hayati, hutan yang telah gundul juga me-nyebabkan tanah di kawasan itu menjadi tidak subur dan berkurangnya persediaan air dalam tanah. Ketika hujan turun, air langsung jatuh ke tanah. Jika volume air hujan yang mencapai tanah lebih besar daripada kemampuan tanah menyerap air, air hujan langsung mengalir di permukaan tanah dan me-larutkan tanah bagian atas yang biasanya subur (mengandung humus). Tanah yang terbawa erosi ini akan mengendap di sungai, danau, maupun waduk sehingga menyebabkan pendangkalan.

Usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi dan mencegah pencemaran tanah adalah sebagai berikut.

- a. Mendaur ulang sampah-sampah yang masih berpotensi untuk dimanfaatkan. Misalnya sampah kertas, plastik, dan logam dapat didaur ulang untuk dicetak menjadi bahan baru. Sampah organik dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan kompos dan gas bio.
- b. Membuang sampah pada tempatnya.
- c. Memisahkan sampah yang mudah terurai dan yang sulit terurai.
- d. Penggunaan pestisida sesuai dengan aturan.
- e. Menghindari penebangan hutan secara liar.

Untuk mengetahui akibat pencemaran tanah terhadap kemampuan tumbuh tanaman, lakukan **Kegiatan 9.2**.

## Kegiatan 9.2

### Pencemaran Tanah

#### Tujuan:

Mengetahi pengaruh beberapa zat pencemar tanah terhadap pertumbuhan tanaman

#### Alat dan bahan:

1. Tanah sawah atau kebun
2. Pot atau *polybag* 4 buah
3. Biji jagung dan kacang tanah
4. Oli bekas
5. Air

#### Prosedur kerja:

1. Siapkan empat buah pot atau *polybag*, berilah label A, B, C, dan D.
2. Ke dalam pot A dan B, masukkan tanah sawah atau kebun. Sedangkan untuk pot C dan D, masukkan tanah yang telah dicampur dengan oli bekas.
3. Tanamlah biji jagung pada pot A dan C, biji kacang tanah para pot B dan D. Setiap pot dapat kamu isi 3 – 5 biji, tergantung ukuran pot yang kamu pakai.
4. Letakkan pot di tempat teduh dan siramilah secara teratur.
5. Amatilah pertumbuhan biji jagung dan kacang tanah setiap lima hari sekali selama satu bulan (30 hari). Masukkan hasil pengamatanmu ke dalam bentuk tabel di buku tugasmu.



#### Pertanyaan:

1. Bagaimana pola pertumbuhan tanaman dalam percobaanmu di atas?
2. Apa pengaruh tanah yang tercemar oli terhadap pertumbuhan tanaman?
3. Apa yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan di atas?

### 3. Pencemaran Udara dan Cara Mengatasinya

Bumi yang kita diami ini dilindungi oleh atmosfer bumi. Lapisan atmosfer terbawah yang paling dekat dengan bumi disebut troposfer. Di dalam troposfer terdapat udara yang setiap saat kamu hirup. Dalam kondisi normal, udara terdiri dari nitrogen ( $N_2$ ) = 78,09 %; oksigen ( $O_2$ ) = 21,94 %; karbondioksida ( $CO_2$ ) = 0,032 %; argon (Ar) = 0,93 %; dan komponen lainnya dalam jumlah sedikit. Lapisan atmosfer bagian atas, tepatnya di daerah stratosfer terdapat gas ozon ( $O_3$ ) yang dapat menyaring sinar ultraviolet dari matahari yang berbahaya bagi kehidupan hewan, tumbuhan, dan manusia di bumi.

Komposisi udara dapat berubah-ubah, terutama bila terjadi pencemaran. Udara dikatakan tercemar apabila kandungan gas-gas berbahaya yang ada dalam udara melebihi ambang batas kesehatan manusia. Gas yang dianggap berbahaya apabila melebihi kadar tertentu di udara misalnya  $SO_2$ , NO,  $CO_2$ , CO, dan CFC. Oksida belerang ( $SO_x$ ) dan oksida nitrogen ( $NO_x$ ) dapat menyebabkan hujan asam. Hujan asam adalah hujan yang keasaman airnya rendah (bersifat asam), sehingga dapat mematikan ikan-ikan di perairan dan dapat merusak berbagai bahan yang terbuat dari logam serta bangunan dan patung-patung.

Freon atau *chlorofluorocarbon* (CFC) banyak digunakan dalam peralatan pendingin (AC). Freon yang lepas ke udara akan membebaskan atom klor yang dapat bereaksi dengan ozon. Reaksi antara klor dan ozon akan memecah ozon ( $O_3$ ) menjadi oksigen ( $O_2$ ), akibatnya lapisan ozon menjadi berlubang-lubang.

Gas karbon monoksida (CO) dalam kadar tinggi dapat menyebabkan kematian karena menghalangi hemoglobin mengikat gas oksigen. Sedangkan kadar  $CO_2$  yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global akibat efek rumah kaca. Tahukah kamu apa yang disebut efek rumah kaca? Carilah informasi efek rumah kaca beserta kaitannya dengan kadar  $CO_2$  di udara dan pemanasan global (*global warming*).

Selain gas, debu yang mengandung partikel-partikel berbahaya seperti timbal, asbestos, dan karbon juga dapat merugikan kesehatan manusia. Timbal banyak dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor karena timbal dalam bentuk TEL (*tetra ethyl lead*) banyak digunakan untuk menaikkan bilangan oktan bahan bakar.

Usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pencemaran udara adalah sebagai berikut.

- a. Tidak membakar bahan-bahan beracun di udara terbuka.
- b. Pengurangan atau penghentian penggunaan zat aerosol dalam penyemprotan ruang.



**Gambar 9.13** Kepadatan lalu lintas dan industri-industri besar dapat menyebabkan pencemaran udara.

Sumber: Microsoft Student, 2006

- c. Menggunakan bahan bakar yang mengeluarkan sedikit asap, misalnya bahan bakar gas (elpiji).
- d. Membatasi penggunaan freon dalam kehidupan sehari-hari.
- e. Mendaur ulang freon dari mobil yang ber AC.
- f. Penghentian penggunaan busa yang dibuat dengan CFC.
- g. Membatasi emisi gas buang pada kendaraan bermotor dan mesin-mesin industri.

Kegiatan penghijauan lingkungan juga sangat diperlukan untuk membantu menjaga agar udara di sekitarmu tetap bersih.

#### 4. Daur Ulang Limbah

Setiap hari kamu berhubungan dengan berbagai macam benda seperti kertas, kain, plastik, botol kaca, kaleng, sisir, bungkus makanan dan minuman, dan sebagainya. Bila barang-barang itu sudah tidak digunakan, tentu kamu akan membuangnya sebagai limbah. Limbah juga dihasilkan oleh pabrik, kantor, bengkel, rumah sakit, pasar, pertokoan, dan tempat-tempat lain dengan berbagai bentuk. Oleh karena itu jumlah limbah yang dihasilkan setiap hari sangat banyak. Limbah dapat berwujud padat. Umumnya limbah padat diangkut ke tempat pembuangan akhir sampah (TPA), kemudian ditimbun atau dibakar. Namun cara-cara ini tidak tepat karena merugikan lingkungan dan kesehatan.

Kamu harus tahu bahwa sebagian dari limbah masih dapat dimanfaatkan lagi, baik secara langsung maupun melalui proses daur ulang. Limbah yang dapat digunakan lagi (*reuse*) misalnya botol kaca, botol plastik, ban bekas untuk pot tanaman, dan sampah dibuat pupuk dan gas bio. Sedangkan limbah yang bermanfaat setelah didaur ulang (*recycle*) meliputi berbagai jenis logam, plastik, kertas, dan kaca. Bahan-bahan ini dilebur, kemudian dicetak menjadi berbagai barang. Berkat kemajuan teknologi peleburan, kualitas barang hasil pengolahan limbah ini tidak kalah dengan barang yang dibuat dari bijih.

Di negara maju sampah digunakan untuk menggerakkan turbin yang menghasilkan listrik. Caranya dapat dengan pembakaran langsung maupun melalui fermentasi yang menghasilkan gas metana. Daur ulang juga dapat menghemat sumber daya yang tidak dapat diperbarui. Para ahli memperkirakan cadangan bijih aluminium di bumi akan habis pada awal abad ke-23, besi akan habis sekitar tahun 2160, timbal, seng, air raksa, dan timah juga akan segera habis pada tahun 2020. Permintaan kertas yang meningkat telah mendorong percepatan penebangan hutan. Padahal hutan mesti dilindungi untuk mengatasi dampak buruk pemanasan suhu bumi (*global warming*) akibat pencemaran udara.

Oleh karena itu daur ulang dijadikan upaya untuk menanggulangi krisis bahan baku. Energi yang diperlukan untuk memproses logam dengan cara daur ulang lebih sedikit dibandingkan logam yang diperoleh dari bijihnya, sehingga cukup banyak menghemat energi. Saat ini diperkirakan 50% kertas koran, 80% kardus, 30% aluminium, 50% baja, dan berbagai macam plastik diperoleh dengan cara daur ulang.



**Gambar 9.14** Sampah plastik dapat didaur ulang untuk membuat berbagai barang dari plastik yang baru.

**Sumber:** Microsoft Student, 2006

Nah, kamu sebagai generasi yang mencintai lingkungan hidup tentu tidak sepatutnya membuang limbah begitu saja. Kamu harus mengikuti gaya hidup ramah lingkungan dengan semboyan 3R yaitu *Reduce*, *Reuse*, dan *Recycle*. *Reduce* yaitu memakai barang-barang dengan efisien sehingga mengurangi jumlah sampah yang dibuang, *reuse* yaitu menggunakan kembali sampah-sampah masih bisa dipakai, *recycle* yaitu mendaur ulang sampah-sampah yang telah terpakai. Kamu harus berlatih kreatif untuk memanfaatkan kembali limbah yang ada di sekitarmu.

### Latihan 9.3

1. Bagaimana pertumbuhan tanaman yang kelebihan pupuk? Apakah tanaman yang sangat subur selalu menguntungkan?
2. Apa tujuan penghijauan di tepi-tepi jalan?
3. Carilah informasi cara mendaur ulang sampah kertas dan plastik, hingga menjadi barang yang bermanfaat.

### Rangkuman

- Dinamika penduduk adalah perubahan jumlah penduduk di suatu daerah dari waktu ke waktu. Perubahan jumlah penduduk dipengaruhi oleh kelahiran, kematian, dan perpindahan penduduk (imigrasi dan emigrasi).
- Dinamika penduduk yang menunjukkan peningkatan jumlah penduduk disebut pertumbuhan penduduk. Jumlah penduduk dapat ditentukan dengan mengadakan sensus.
- Kepadatan penduduk adalah perbandingan antara jumlah penduduk dengan luas wilayah yang ditempati. Kepadatan penduduk tiap daerah berbeda-beda. Tingginya kepadatan penduduk dapat menyebabkan berbagai permasalahan sosial, ekonomi, keamanan, kesejahteraan, pangan, ketersediaan lahan dan air bersih, yang dapat berdampak pada kerusakan lingkungan.
- Pertumbuhan jumlah penduduk dan kemajuan teknologi telah banyak menimbulkan kerusakan lingkungan. Kerusakan lingkungan akibat ulah manusia disebabkan karena banyaknya zat pencemar/polutan yang masuk ke lingkungan.
- Pencemaran air, tanah, dan udara dapat mengganggu kesehatan dan kehidupan manusia. Oleh karena itu dikembangkan berbagai upaya untuk menekan dan menanggulangi tingkat pencemaran lingkungan.

### Refleksi

Kamu telah selesai mempelajari materi Kependudukan dan Permasalahan Lingkungan dalam bab ini. Untuk itu, lakukan evaluasi diri dengan menjawab beberapa pertanyaan di bawah ini. Jika semua pertanyaan dapat dijawab dengan 'ya', berarti kamu telah menguasai bab ini dengan baik. Namun jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', kamu perlu mengulang kembali mempelajari materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada kesulitan atau ada hal-hal yang sukar dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

1. Apakah kamu sudah memahami pengertian penduduk dan dinamikanya?
2. Dapatkah kamu menjelaskan kaitan antara kepadatan populasi manusia dengan munculnya berbagai permasalahan lingkungan?



3. Apakah kamu sudah memahami tentang polusi dan berbagai jenis pencemaran lingkungan?
4. Dapatkah kamu menjelaskan upaya-upaya untuk mengatasi pencemaran dan kerusakan lingkungan tersebut?
5. Dapatkah kamu menjelaskan pentingnya penanganan limbah dengan prinsip *reduce, reuse, dan recycle*?

## Latih Kemampuan

9

### I. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Lahirnya individu baru disebut ....
  - a. natalitas
  - b. mortalitas
  - c. emigrasi
  - d. imigrasi
2. Peperangan memengaruhi faktor berikut, yaitu ....
  - a. natalitas
  - b. mortalitas
  - c. migrasi
  - d. semua benar
3. Yang dimaksud dengan pertumbuhan penduduk adalah ....
  - a. jumlah penduduk
  - b. perubahan penduduk jadi lebih banyak
  - c. perpindahan penduduk
  - d. kematian penduduk
4. Keluarga Berencana (KB) bertujuan untuk mengendalikan ....
  - a. kelahiran
  - b. kematian
  - c. imigrasi
  - d. emigrasi
5. Selama tahun 2004 di desa Sukawangi terdapat catatan bahwa jumlah kelahiran 30 jiwa, jumlah kematian 43 jiwa, pendatang 33 jiwa dan yang pergi 5 jiwa. Berapa pertumbuhan penduduk desa Sukawangi selama tahun 2004?
  - a. 15 jiwa
  - b. 17 jiwa
  - c. 19 jiwa
  - d. 21 jiwa
6. Faktor berikut akan meningkatkan angka kematian suatu negara, *kecuali* ....
  - a. bencana alam
  - b. peperangan
  - c. buruknya kesehatan
  - d. salinitas yang sehat
7. Selama tahun 2004 penduduk desa Swadaya terdapat kelahiran 120 jiwa. Menurut data yang ada jumlah penduduk pada akhir tahun 2003 berjumlah 3500 jiwa. Berapa angka kelahiran di desa itu tahun 2004?
  - a. 34 jiwa
  - b. 56 jiwa
  - c. 45 jiwa
  - d. 70 jiwa
8. Selama tahun 2004 penduduk desa Jaya terdapat kematian 20 jiwa. Menurut data yang ada jumlah penduduk pada akhir tahun 2003 berjumlah 1500 jiwa. Berapa angka kematian di desa Jaya?
  - a. 34 jiwa
  - b. 15 jiwa
  - c. 21 jiwa
  - d. 10 jiwa
9. Perpindahan penduduk dari dalam negeri ke luar negeri disebut ....
  - a. transmigrasi
  - b. emigrasi
  - c. imigrasi
  - d. urbanisasi
10. Dampak kepadatan penduduk terhadap kerusakan lingkungan adalah ....
  - a. lingkungan akan semakin terjaga
  - b. terjadinya kerusakan yang cenderung meningkat
  - c. lingkungan akan stabil
  - d. kualitas lingkungan akan menjadi meningkat
11. Limbah rumah tangga sukar terurai oleh lingkungan adalah ....
  - a. plastik, kaca, karet
  - b. karet, dedaunan, kaca
  - c. kaca, plastik, besi
  - d. kaleng, besi, sampah organik
12. Lapisan ozon yang melingkupi bumi semakin tipis akibat tingginya kadar CFC di udara. CFC terdapat pada benda berikut ini, *kecuali* ....
  - a. kosmetik berbentuk *spray*
  - b. limbah cair pabrik
  - c. gas pendingin mobil
  - d. cat mobil berbentuk *spray*
13. Hujan asam dapat terjadi karena adanya pencemaran ....
  - a. udara oleh limbah rumah tangga
  - b. udara oleh oksida karbon atau fosfat
  - c. tanah oleh limbah pabrik
  - d. udara oleh oksida belerang dan nitrogen

14. Limbah radioaktif berpotensi untuk mencemari lingkungan ....
- |          |                   |
|----------|-------------------|
| a. tanah | c. perairan darat |
| b. udara | d. perairan laut  |
15. Efek rumah kaca disebabkan oleh tingginya kadar gas polutan di udara. Gas yang dimaksud adalah ....
- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| a. CO              | c. CO <sub>2</sub> |
| b. SO <sub>2</sub> | d. NO <sub>2</sub> |

## II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan tepat!

1. Bagaimana menentukan kelahiran suatu daerah yang tergolong tinggi?
2. Apa yang disebut dengan dinamika penduduk?
3. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan penduduk?
4. Bagaimana hubungan kepadatan penduduk dengan kerusakan lingkungan?
5. Jelaskan proses terjadinya hujan asam dan akibat yang ditimbulkan.

### Wacana Sains

#### Greenpeace, LSM Pemerhati Lingkungan

Greenpeace adalah suatu organisasi lingkungan internasional yang didirikan di Vancouver, British Columbia, Kanada pada tahun 1971. Greenpeace dikenal menggunakan aksi langsung bersama dengan konfrontasi damai dalam melakukan kampanye untuk menghentikan pengujian nuklir angkasa dan bawah tanah, begitu juga dengan kampanye menghentikan penangkapan ikan paus besar-besaran. Pada tahun-tahun berikutnya, fokus organisasi mengarah ke isu lingkungan lainnya, seperti penggunaan pukat ikan, pemanasan global, dan rekayasa genetika.

Greenpeace mempunyai kantor regional dan nasional pada 41 negara-negara di seluruh dunia termasuk Indonesia, yang semuanya berhubungan dengan pusat Greenpeace Internasional di Amsterdam. Organisasi global ini menerima pendanaan melalui kontribusi langsung dari individu yang diperkirakan mencapai 2,8 juta para pendukung keuangan, dan juga dari dana dari yayasan amal, tetapi tidak menerima pendanaan dari pemerintah atau korporasi.

Pernyataan resmi misi Greenpeace menyebutkan: Greenpeace adalah organisasi independen yang berkampanye menggunakan konfrontasi kreatif anti kekerasan untuk mengungkap permasalahan lingkungan global, dan untuk memaksa solusi bagi sebuah masa depan yang damai dan hijau. Target Greenpeace adalah untuk memastikan kemampuan bumi untuk kelangsungan hidup bagi semua keanekaragamannya.

Asia Tenggara merupakan posisi kunci untuk menentukan keamanan lingkungan global. Selama 30 tahun terakhir, Greenpeace telah sukses berkampanye di negara-negara industri untuk mengurangi dan menghapuskan polusi dan degradasi lingkungan. Tetapi, usaha dan capaian ini dapat dengan mudah diputarbalikkan pada saat perusahaan-perusahaan multinasional mengeksport teknologi kotor yang mengakibatkan penurunan dampak lingkungan di wilayah Asia Tenggara. Setelah penjajakan bertahun-tahun dan berkampanye di negara-negara kunci, akhirnya Greenpeace berhasil membuka kantor di wilayah ini. Greenpeace Asia Tenggara secara resmi didirikan pada tanggal 1 Maret 2000. Perwakilan Greenpeace di Indonesia beralamat di Jl. Cimandiri no.24, Cikini - Jakarta Pusat telp: 021-310-1873 fax: 021-310-2174. Informasinya bisa diakses melalui situs web <http://www.greenpeace.org/seasia/id/> atau <http://www.greenpeace.or.id>. Misi Greenpeace Asia Tenggara adalah "Melindungi hak-hak lingkungan, mengekspos dan menghentikan kejahatan lingkungan, dan mengedepankan pembangunan bersih". Selain Greenpeace, di Indonesia juga banyak LSM pemerhati lingkungan yang lain semisal Walhi (<http://www.walhi.or.id>), Yayasan Kehati, KSBK, dan lain-lain. Dan tentu saja kamu dapat berpartisipasi di dalamnya.

## Latihan Semester II

### I. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- Sebuah mobil bergerak dengan kelajuan 108 km/jam. Kelajuan tersebut sama dengan ....
  - 30 m/s
  - 45 m/s
  - 60 m/s
  - 75 m/s
- Jarak kota A ke kota B adalah 110 km. Pak Anton berangkat dari kota A pukul 08.00 menuju kota B menggunakan motor dengan kecepatan rata-rata 40 km/jam. Pak Anton tiba di kota B pukul ....
  - 10.15
  - 10.30
  - 10.45
  - 11.00
- Gerak batu yang dilempar vertikal ke atas dan akhirnya jatuh ke tanah adalah ....
  - GLB kemudian berubah menjadi GLBB
  - GLBB diperlambat kemudian berubah menjadi GLBB dipercepat
  - GLBB kemudian berubah menjadi GLB
  - GLB
- Berikut ini beberapa kecepatan sebuah mobil.  
(1) 20 m/s                      (3) 36 km/jam  
(2) 40 m/s                      (4) 72 km/jam  
Apabila dibuat grafik jarak terhadap waktu maka yang memiliki kemiringan terkecil adalah ....
  - (1)
  - (3)
  - (2)
  - (4)
- Bagian mikroskop yang berupa tabung sebagai tempat meletakkan lensa okuler dan dapat dinaikturunkan untuk mengatur fokus adalah ....
  - diafragma
  - revolver
  - kondensor
  - tubus
- Agar objek yang diletakkan tidak bergeser, objek gelas perlu ditutup dengan alat ....
  - plastik
  - cover gelas
  - kertas
  - logam
- Alat berikut terbuat dari kaca, *kecuali* ....
  - pinset
  - tabung reaksi
  - objek gelas
  - gelas ukur
- Berikut ini perlakuan bahan kimia yang salah adalah ....
  - menutup rapat bahan kimia
  - menempatkan bahan kimia di tempat yang sesuai
  - membersihkan bahan kimia yang tercecer
  - meletakkan dengan bahan yang lain
- Yang bukan merupakan ciri-ciri makhluk hidup adalah ....
  - bergerak
  - tidur
  - bernapas
  - menghirup udara
- Whittaker membagi seluruh makhluk hidup menjadi lima golongan berdasarkan cara berikut, *kecuali* ....
  - memperoleh makanan
  - bergeraknya
  - berkembangbiaknya
  - pertumbuhannya
- Ilmu yang mempelajari tentang penggolongan makhluk hidup adalah ....
  - Mikrobiologi
  - Ekologi
  - Taksonomi
  - Anatomi
- Urutan yang benar mengenai organisasi kehidupan dari yang kecil sampai yang terbesar adalah ....
  - sel-jaringan-sistem organ-organ
  - sel-jaringan-organ-sistem organ
  - sel-organ-jaringan-sistem organ
  - sel-sistem organ-jaringan organ
- Ikan hiu hidup di laut, belut dapat hidup di lumpur, dan kaktus dapat hidup di gurun. Hal ini membuktikan bahwa makhluk hidup mempunyai tempat hidup yang sesuai yang disebut ....
  - lingkungan
  - habitat
  - ekosistem
  - komunitas



14. Perhatikan rantai makanan berikut ini!  
fitoplankton → zooplankton → udang → ikan kakap → ikan bara  
Yang berperan sebagai produsen dalam rantai makanan tersebut adalah ....  
a. zooplankton  
b. ikan bara  
c. ikan kakap  
d. fitoplankton
15. Kehidupan bersama antara paku sarang dan pohon yang ditumpanginya bersifat ....  
a. komensalisme c. mikoriza  
b. mutualisme d. parasitisme
16. Mikoriza merupakan ....  
a. fungi yang hidup pada akar tumbuhan  
b. lumut yang hidup pada akar tumbuhan  
c. ganggang yang hidup pada akar tumbuhan  
d. bakteri yang hidup pada akar tumbuhan
17. Kepadatan penduduk disebabkan oleh faktor-faktor berikut ini, *kecuali* ....  
a. mortalitas tinggi  
b. natalitas tinggi  
c. natalitas lebih tinggi daripada mortalitas  
d. mortalitas rendah
18. Pada tahun 2003, penduduk daerah X sebanyak 7.200.000 jiwa, dan pada tahun 2004 menjadi 7.020.000 jiwa, maka mortalitasnya sebesar ....  
a. 18  
b. 4  
c. 25  
d. 2,5
19. Ledakan penduduk mempunyai dampak seperti berikut ini, *kecuali* ....  
a. tersedianya lapangan kerja  
b. meningkatnya pengangguran  
c. terancamnya lingkungan hidup  
d. terjadinya bahaya kelaparan
20. Pemusnahan sampah organik dengan mempertimbangkan keseimbangan lingkungan dilakukan dengan cara ....  
a. dibakar  
b. ditimbun  
c. dibiarkan  
d. dihanyutkan ke sungai

## II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan tepat!

- Gambarkan grafik  $v - t$  dari gerak lurus berubah beraturan dipercepat dan gerak lurus berubah beraturan diperlambat.
- Tentukanlah kelajuan sebuah sepeda yang menempuh jarak 200 m dalam waktu 40 menit. (Nyatakan dalam km/jam)
- Sebutkan keterampilan proses yang diperlukan dalam kerja ilmiah.
- Bagaimana cara membuat preparat penampang daun jagung?
- Tuliskan perbedaan sel hewan dan sel tumbuhan!
- Apa manfaat pengelompokan makhluk hidup?
- Bagaimana suatu lingkungan dikatakan tercemar?
- Apa penyebab pencemaran udara di kota-kota besar?
- Apa saja yang menyebabkan jumlah penduduk semakin meningkat?
- Mengapa ledakan penduduk mengakibatkan kerawanan pangan?

# Glosarium

adhesi	: gaya tarik menarik antara molekul-molekul dua zat yang tidak sejenis
air bersih	: air yang tidak berbau, berwarna, dan berasa serta tidak mengandung bahan kimia dan organisme berbahaya
alkohol	: nama lain dari etil alkohol atau etanol
anatomi	: studi tentang struktur tubuh bagian dalam pada makhluk hidup
antibiotik	: zat yang dihasilkan oleh makhluk hidup yang dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh makhluk hidup yang lain, biasanya antibiotik dihasilkan oleh bakteri dan jamur
atom	: partikel terkecil dari suatu unsur yang masih mempunyai sifat kimia unsur itu
badan golgi	: organel yang berperan dalam penyusunan lemak
bahan bakar fosil	: zat yang mengandung energi tinggi yang berasal dari tumbuhan dan mikroorganisme yang tertimbun selama jangka waktu yang sangat lama, yang termasuk bahan bakar fosil adalah minyak bumi, batu bara, dan gas alam
bimetal	: lempengan logam yang terbuat dari dua lapis logam yang koefisien panjangnya berbeda
biner	: sebutan bagi suatu senyawa yang tersusun hanya dari dua unsur, misalnya karbon monoksida yang terdiri dari karbon dan oksigen
celcius	: satuan suhu, dalam sistem skala suhu menurut Celcius ini, es mencair mempunyai suhu 0° dan uap air mendidih pada tekanan 1 atmosfer mempunyai suhu 100°
chordata	: hewan yang mempunyai notokord dan tulang belakang
dekomposer	: makhluk hidup yang menguraikan sisa-sisa bahan organik menjadi bahan anorganik yang nantinya dapat digunakan lagi oleh produsen
detritus	: sampah organik dari organisme dan sebagai sumber energi untuk dalam rantai makanan
dinamika penduduk	: perubahan jumlah penduduk di suatu daerah dari waktu ke waktu
dinding sel	: organel yang berperan melindungi sitoplasma dan membran sitoplasma
distilasi	: pemisahan campuran berdasarkan perbedaan titik didih zat-zat penyusunnya
distilasi fraksionasi	: proses pemisahan campuran berupa cairan berdasarkan perbedaan titik didih untuk memperoleh lebih dari satu jenis komponen
effervescent	: tablet berkalsium tinggi
ekskresi	: pengeluaran zat-zat sisa yang tidak digunakan oleh tubuh
eksoterm	: reaksi yang menghasilkan panas
endoterm	: reaksi yang menyerap panas
eskalator	: tangga dengan anak-anak tangga yang bergerak naik atau turun yang bergerak terus menerus dengan motor listrik
eter	: nama lain dari alkil-alkil eter

eutrofikasi	: keadaan perairan yang sangat subur karena mendapatkan suplai mineral tertentu dari daratan, hal ini dapat menyebabkan pertumbuhan alga dan tumbuhan air lainnya dengan sangat pesat
evaporasi	: metode pemisahan zat padat terlarut dari larutannya berdasarkan perbedaan titik didih
fahrenheit	: satuan suhu dengan skala pada titik lebur es = 32° dan titik didih uap air yang sedang mendidih pada tekanan satu atmosfer adalah 212°
filtrasi	: pemisahan campuran berdasarkan perbedaan ukuran partikel zat-zat penyusunnya
filtrat	: hasil saringan, zat cair yang sudah melewati penyaring.
fisiologi	: studi tentang fungsi faal alat tubuh makhluk hidup
formalin	: larutan formaldehid 40%, untuk mengawetkan makanan, mengawetkan mayat dan tidak boleh untuk mengawetkan makanan
fotokimia	: berhubungan dengan perubahan materi dan energi cahaya
fotosintesis	: proses pengubahan karbon dioksida dan air menjadi oksigen dan gula
freon	: nama dagang senyawa haloalkana dengan rumus molekul $\text{CFCl}_3$ (Freon-11) dan $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ (Freon-12), gas tidak berwarna yang mudah dicairkan, sedikit beracun, sukar diurai (tidak reaktif), banyak digunakan sebagai zat pendingin untuk kulkas, AC, cairan pencuci, dan pelarut cat
gametofit	: individu yang menghasilkan gamet pada tumbuhan yang mengalami pergiliran keturunan
ganggang	: tumbuhan berthallus, memiliki klorofil, bersel banyak, dan bersel satu
gas mulia	: disebut juga inert atau gas langka, menempati golongan VIII A pada tabel berkala, juga disebut golongan 0
heterogen	: zat yang partikelnya berada dalam lebih dari satu fasa, misalnya suspensi (sifat partikel padat berbeda dengan partikel cairnya)
hipotesis	: dugaan atau jawaban sementara terhadap suatu masalah
homogen	: zat yang seluruh partikelnya berada dalam fasa yang sama, misalnya larutan (sifat fisis dan kimia keseluruhan sama)
humus	: daun-daun, ranting-ranting, sisa tumbuhan atau hewan yang telah busuk dan menjadi tanah yang penting untuk penahan air
ikatan glukosa	: suatu karbohidrat dengan rumus molekul $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
indikator	: zat yang dapat digunakan untuk menunjukkan sifat atau keberadaan suatu zat melalui perubahan warnanya yang khas
industri	: kegiatan memproses atau mengolah barang dengan menggunakan sarana dan peralatan
ion	: atom yang bermuatan
iritabilitas	: kemampuan makhluk hidup menanggapi rangsangan
jangka sorong	: alat untuk mengukur diameter dalam atau diameter luar suatu silinder berongga
jarak	: panjang lintasan yang ditempuh benda-benda tanpa memerhatikan arah
jenuh	: larutan yang tidak melarutkan solut (zat terlarut) lagi pada temperatur yang ditetapkan



lakmus	: pigmen biru yang diperoleh dari sejenis tumbuhan lumut; berwarna biru dalam suasana (larutan) basa dan berwarna merah dalam suasana (larutan) asam
kalor	: suatu bentuk energi yang terdapat pada suatu materi
kapilaritas	: naik atau turunnya zat cair di dalam pipa-pipa kapiler, yaitu pipa yang mempunyai garis tengah sangat kecil
karat	: karat besi, suatu senyawa oksida besi hidrat $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{NH}_2\text{O}$ . terbentuk sebagai hasil reaksi antara besi dan lingkungan (udara dan air)
karbon	: ikatan antara atom C yang satu dengan atom C yang lain
kecepatan	: hasil bagi antara perpindahan dan selang waktu.
kelajuan	: hasil bagi antara jarak dan selang waktu.
Kelvin	: satuan suhu termodinamik, lambang K, $0 \text{ K} = -273,16^\circ\text{C}$
kepompong	: fase sesudah larva pada metamorfosis sempurna
kisi kristal	: satuan-satuan kecil yang disebut sel satuan dan setiap sel tersusun dari atom, ion, atau molekul yang digambarkan sebagai titik-titik
koagulasi	: bersatu membentuk zat padat, misal susu akan berkoagulasi jika diberi asam
kohesi	: gaya tarik menarik antara molekul-molekul sejenis yang menyebabkan molekul-molekul zat padat atau zat cair dapat melekat satu sama lain sehingga membentuk suatu kesatuan
koloid	: sistem dispersi yang terdiri dari zat terdispersi berdiameter $10^{-9}$ - $10^{-7}$ m dan medium pendispersi
konduksi	: perpindahan kalor pada suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan molekul-molekul zat tersebut
konveksi	: perpindahan kalor dengan disertai perpindahan molekulnya
korosif	: sifat suatu zat yang dapat mengikis atau merusak bahan/zat lain melalui reaksi kimia
lingkungan	: segala sesuatu yang terdapat di luar makhluk hidup dan berpengaruh terhadap kehidupan makhluk hidup tersebut
lisosom	: organel yang berperan dalam mencernakan organel-organel sel yang tua atau telah rusak
mamalia	: hewan yang ditutupi rambut, memiliki kelenjar susu, dan melahirkan anak (vivivar)
membran basalis	: membran bagian dasar
meniskus	: permukaan cairan yang berada di dekat dinding bejana dan yang melengkung karena pengaruh tegangan permukaan; meniskus ini bisa cembung dan bisa cekung bentuknya
metalloid	: unsur yang seperti logam dalam sesuatu hal, tetapi tidak dalam hal yang lain
migrasi	: perpindahan penduduk dari suatu tempat ke tempat lain
mikrometer sekrup	: alat untuk mengukur bola atau ketebalan lembaran tipis
mineral	: zat atau campuran zat yang ditemukan di bumi yang terbentuk secara alami dan diperoleh manusia dari bawah tanah/daratan/lautan, contohnya magnesium (Mg), besi (Fe), dan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )
mitokondria	: organel yang berfungsi sebagai tempat terjadinya respirasi sel

mortalitas	: angka kematian, yaitu jumlah kematian per 1.000 penduduk di suatu daerah per tahun
musschenbroek	: alat untuk memperlihatkan muai panjang suatu bahan dan memperbandingkan besar kecilnya pemuaian berbagai jenis benda
natalitas	: angka kelahiran, yaitu jumlah kelahiran bayi hidup setiap 1.000 penduduk di suatu daerah per tahun
neraca	: alat untuk mengukur besaran pokok massa
oksigen	: gas yang dibutuhkan hewan saat bernapas
oksida	: kelompok senyawa yang terbentuk antara suatu unsur dengan oksigen
oksida nitrogen	: oksida yang terbentuk antara unsur nitrogen (N) dan oksigen (O), ada 6 macam oksida nitrogen yang penting yaitu $N_2O$ , NO, $N_2O_3$ , $NO_2$ , dan $N_2O_5$
oksida belerang	: oksida yang terbentuk antara unsur belerang (S) dan oksigen (O), ada 2 macam yaitu $SO_2$ dan $SO_3$
parasit	: makhluk hidup yang menumpang dan mengambil makanan dari makhluk hidup yang ditumpangi, sehingga inang mengalami kerugian
pasang merah	: eutrofikasi perairan laut yang menyebabkan pertumbuhan ganggang <i>Gelidium</i> sangat pesat, akibatnya air laut tampak kemerahan dan dapat menyebabkan keracunan dan iritasi kulit
pelarutan	: proses molekul pelarut bergabung dengan zat terlarut
pengelingan	: proses penyambungan dua batang logam dengan menggunakan paku keling
percepatan	: hasil bagi antara perubahan kecepatan dengan selang waktu yang diperlukan untuk perubahan kecepatan
perkaratan	: reaksi kimia antara logam dengan udara (oksigen) dan air
pH meter	: alat untuk mengetahui nilai pH (derajat keasaman) suatu larutan
plastida	: organel yang berperan dalam proses fotosintesis
polutan	: suatu zat yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran
radiasi	: perpindahan kalor yang tidak memerlukan zat perantara
raksa	: unsur logam berbentuk cair pada suhu normal, berkilap seperti perak, banyak digunakan untuk mengisi termometer dan barometer
reaktan	: zat-zat yang bereaksi
reaksi ionisasi	: reaksi pembentukan ion-ion dari atom atau molekul netral
reamur	: satuan suhu, pada skala reamur menggunakan suhu es mencair sebagai suhu $0^\circ$ dan suhu air mendidih sebagai suhu $80^\circ$
regenerasi	: pertumbuhan bagian tubuh untuk mengganti bagian yang hilang atau rusak
reptil	: hewan yang ditutupi oleh kulit yang menanduk, memiliki dua pasang tungkai dengan masing-masing lima jari yang bercakar untuk lari, mencengkram, dan naik pohon
residu	: sisa hasil saringan, zat yang tertinggal di kertas saring (penyaring)
respirasi	: pertukaran gas antara darah dengan udara
ribosom	: organel yang berperan dalam penyusunan protein
rizoid	: akar semu pada tumbuhan paku, lumut, atau jamur yang berfungsi untuk melekat pada substrat dan menyerap air atau zat makanan

rumus empiris	: rumus kimia yang menggambarkan perbandingan mol antar atom pembentuk molekul senyawa
rumus molekul	: rumus kimia yang menggambarkan jenis dan jumlah nyata dari atom-atom yang membentuk molekul suatu zat
sensus penduduk	: pendataan keadaan penduduk untuk mengetahui jumlah dan komposisi penduduk di suatu wilayah atau negara
senyawa biner	: senyawa yang tersusun dari dua jenis unsur
sporofit	: individu yang menghasilkan spora pada tumbuhan yang mengalami pergiliran keturunan
stainless steel	: tipe baja yang bersifat tahan karat dan tahan terhadap asam
stopwatch	: alat untuk mengukur besaran pokok waktu.
suspensi	: partikel sangat halus dari suatu zat padat yang tersuspensi dalam suatu cairan yang tidak melarutkan zat padat tersebut. contoh suspensi pasir dan tanah di air
termometer	: alat untuk mengukur panas
termos	: bejana kaca berdinding mengkilap, ruang di antara kedua dinding itu dihampakan untuk mengurangi pemindahan kalor karena konveksi dan permukaan bejana dibuat mengkilap dengan lapisan perak untuk mengurangi pemindahan kalor karena radiasi, digunakan untuk menyimpan sesuatu yang panas atau yang dingin
termostat	: suatu alat yang dapat mengatur suhu sehingga suatu benda atau zat alir mempunyai suhu yang tetap
ticker timer	: alat untuk menyelidiki gerak lurus beraturan
titik acuan	: suatu titik untuk memulai pengukuran peru-bahan kedudukan benda
unsur	: zat tunggal yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat lain yang lebih sederhana melalui reaksi kimia sederhana
vakuola	: organel yang berperan dalam menyimpan cadangan makanan
viskositas	: atau kekentalan, yaitu ukuran ketahanan zat cair untuk mengalir
zat pelarut	: zat yang dapat melarutkan zat lain (zat terlarut) membentuk campuran terdispersi yang merata dalam ukuran molekul atau ion
zat terlarut	: zat yang larut dalam pelarut untuk membentuk suatu larutan
zigot	: hasil peleburan dua gamet yang berbeda jenis kelaminnya



# Kunci Jawaban

## Bab I

### Pilihan ganda

1. d
3. a
5. c
7. c
9. d
11. b
13. d
15. c

## Bab II

### Pilihan ganda

1. d
3. b
5. c
7. a
9. a
11. a
13. d
15. b

## Bab III

### Pilihan ganda

1. c
3. d
5. c
7. b
9. b
11. c
13. b
15. d

## Bab IV

### Pilihan ganda

1. c
3. b
5. c
7. b
9. a
11. d

13. b

15. a

## Latihan Semester I

### Pilihan ganda

1. b
3. d
5. a
7. d
9. c
11. a
13. d
15. b
17. b
19. d

## Bab V

### Pilihan ganda

1. d
3. a
5. c
7. b
9. b
11. d
13. b
15. a

## Bab VI

### Pilihan ganda

1. a
3. a
5. d
7. d
9. c
11. d
13. b
15. b

## Bab VII

### Pilihan ganda

1. c

3. b

5. c

7. d

9. b

11. c

13. c

15. b

## Bab VIII

### Pilihan ganda

1. a
3. c
5. d
7. b
9. b
11. d
13. a
15. d

## Bab IX

### Pilihan ganda

1. a
3. b
5. a
7. a
9. b
11. a
13. d
15. c

## Latihan Semester II

### Pilihan ganda

1. a
3. b
5. d
7. a
9. b
11. c
13. b
15. a
17. a
19. a

# Daftar Pustaka

- Adyana, K.K. 2000. *Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia*. (Edisi 1). Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
- Ardley, N. 1998. *101 Great Science Experiments*. London: Dorling Kindersley.
- Burnie, D. 2001. *82 Percobaan Alam*. Semarang: Mandira Jaya Abadi.
- Campbell, N.A., Reece, J.B. & Mitchel, L.G. 2000. *Biologi*. Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Ensiklopedia Iptek*. 2004. Jakarta: PT Lentera Abadi.
- Ensiklopedia Mini Sains*. 2001. Jakarta: Erlangga.
- Ensiklopedia Umum untuk Pelajar*. 2005. Jakarta: PT. Ichtiar Baru von Hoeve.
- Giancolli, Douglas C. 2000. *Physics for Scientist & Engineers with Modern Physics*. Third Edition. New Jersey: Prentice Hall.
- Growing Up With Science*. 1997. H.S. Stuttman, Inc.
- Hadiat, dkk. 2004. *Kamus Sains*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Halliday, David, dkk. 2001. *Fundamentals of Physics*. Sixth Edition. New York: John Wiley & Sons.
- <http://en.wikipedia.org> diakses bulan Februari – Juli 2008
- <http://gambang.files.wordpress.com> diakses bulan Juli 2008
- <http://gb.cri.cn> diakses bulan Juli 2008
- <http://id.wikipedia.org> diakses bulan Januari – Maret 2008
- <http://users.rcn.com> diakses bulan Juli 2008
- <http://www.bigfoto.com> diakses bulan November 2007
- <http://www.chem-is-try.org/> diakses tanggal 14 Februari 2008
- <http://www.dayton-knight> diakses bulan Juli 2008
- <http://www.dpreview.com> diakses bulan November 2007
- <http://www.e-smartschool.com> diakses bulan Desember 2007 – Februari 2008
- <http://www.greenpeace.org/seasia/id> diakses tanggal 14 Februari 2008
- <http://www.indigo.com> diakses tanggal 14 Februari 2008
- <http://www.kompas.com> diakses bulan September 2005, bulan Februari 2008
- <http://www.nsbri.org> diakses bulan Juli 2008
- <http://www.photobucket.com> diakses bulan Mei 2006
- <http://www.phschool.com> diakses bulan Juli 2008
- <http://www.republika.co.id> diakses bulan Mei 2006
- Ilmu Pengetahuan Populer*. 2005. Grolier International, Inc.
- Jendela IPTEK*. 2000. Jakarta: Balai Pustaka

- Johnson, Keith. 2001. *Physics for You*. United Kingdom: Nelson Thornes. Ltd.
- Kamus Biologi Bergambar*. 2004. Jakarta: Erlangga.
- Kamus Fisika Bergambar*. 2004. Jakarta: Erlangga.
- Kamus Kimia Bergambar*. 2004. Jakarta: Erlangga.
- Keenan, Kleinfer, Wood. 1989. *Kimia untuk Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Kimball, John W. 2000. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Kompas*, 3 Oktober 2005, 24 Oktober 2005, 30 Desember 2005
- Kurnadi, K.A. 1995. *Dasar-Dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia*. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi IKIP.
- Margulis, L.dan Schwart, K. V. 1998. *Five Kingdom*. (Third ed.), New York: Henry Holt and Company.
- McMurry, John & Robert C. McMurry. 2001. *Chemistry*. New Jersey: Prentice Hall International.
- Mulyono HAM. 2006. *Kamus Kimia*. Jakarta: Bumi Aksara
- Microsoft Student*. 2006.
- Oxford Ensiklopedi Pelajar*. 1995. Jakarta: Grolier-Widyadara.
- Physics Today*. 1995. World Book, Inc.
- Santosa, S.W. & Soerodikusumo, W. 1996. *Anatomi Tumbuhan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Tempo*. Edisi 8 - 14 Agustus 2005.
- The Human Body Atlas*. 2004. New South Wales: Grange Books and Global Book Publishing Pty Ltd.
- The World Book Encyclopedia*. 1995. Chicago: World Book.
- Winatasasmita, D. 2001. *Biologi Sel*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Yohanes Surya. 2004. *Persiapan Menghadapi Olimpiade Fisika Tingkat SMP*. PT Bina Sumber Daya MIPA.
- Yulianto,S.A., 1992. *Pengantar Cryptogamae*. Bandung: Penerbit Tarsito.



# Indeks

## A

abiotik 219  
adaptasi 190  
adhesi 60, 61  
air bersih 242  
akar 211  
alat laboratorium 180  
alga 196  
alkohol 84  
altimeter 166  
animalia 199  
arthropoda 200  
asam 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 52  
asas Black 89, 90, 96  
atom 32  
autotrof 218  
avertebrata 199

## B

badan golgi 206  
bakteri 195  
basa 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 52  
batang 211  
bergerak 189  
berkembang 191  
bernapas 187  
besaran 6  
besaran pokok 6  
besaran turunan 7  
bimetal 96  
biner 45, 46  
binomial nomenklatur 201  
bioma 222  
biosfer 222  
biotik 217

## C

cacing 200  
cagar alam 229  
celsius 19  
ciri-ciri makhluk hidup 187  
coelenterata 200

## D

data kualitatif 168, 172  
data kuantitatif 168, 172  
daun 211  
daur ulang 249  
daya lenting ekosistem 223  
dekomposer 218  
dikotil 199  
dinamika penduduk 235  
dispenser 90

distilasi 110, 111

## E

echinodermata 200  
efek rumah kaca 248  
efek Tyndall 39  
efervescent 125, 127  
ekologi 217  
ekosistem 217, 222  
ekskresi 191  
eksoterm 125, 128, 129  
eksperimen 171  
emigrasi 236  
endoskeleton 201  
endoterm 125, 128, 129  
energi kinetik 101  
epidermis 208  
epitel 207  
eutrofikasi 245  
evaporasi 110, 131

## F

fahrenheit 19  
filogeni 193  
filtrasi 108, 109, 114  
filtrat 106, 107, 112  
floem 208  
fotokimia 99  
fotosintesis 188  
freezer 65  
fungi 197

## G

ganggang 196  
ganggang hijau-biru 195  
garam 29, 30, 31, 32, 34, 35, 52  
gejala alam abiotik 163  
gejala alam biotik 162  
gerak aktif 189  
gerak lurus 141  
gerak lurus beraturan 145  
gerak lurus berubah beraturan 148, 150  
gerak pasif 190  
gymnospermae 199

## H

habitat 218  
heterogen 48, 49, 52  
heterotrof 218  
hipotesis 172  
homogen 48, 49, 52  
hujan asam 248  
hutan lindung 230

hutan wisata 230

## I

identifikasi 192  
ikat 207  
imigrasi 236  
indera 190  
indikator 30, 31, 52  
individu 221  
interaksi antarorganisasi 226  
iritabilitas 190  
ion 32  
isolator 90, 93

## J

jangka sorong 13  
jarak 142  
jaringan 207  
jaring-jaring kehidupan 224  
jaring-jaring makanan 225

## K

kalori 77  
kamera 165  
kapasitas kalor 79  
kapilaritas 63  
karat 119, 127, 131  
keanekaragaman 192  
kebun raya 230  
kecepatan 142  
kelahiran 235  
kelajuan 142  
kelajuan rata-rata 143  
kelvin 20  
kematian 236  
kepadatan penduduk 240  
kepadatan populasi 221  
kerja ilmiah 167  
kerusakan lingkungan 244  
keseimbangan ekosistem 222  
keselamatan kerja 178  
kesimpulan 173  
keterampilan proses 167  
kisi 103, 106  
klasifikasi 192  
koagulasi 114  
kohesi 62  
kolenkim 209  
koloid 39  
komensalisme 227  
kompas 165  
kompetisi 227  
komunitas 221  
konduksi 91, 92, 95, 96

konduktor 92  
konsumen 218  
konveksi 84, 93, 95, 96  
konversi satuan 9  
korosi 107  
kunci determinasi 203  
kunci dikotomi 202

## L

lahan 242  
lakmus 30, 31, 52  
lambang bahan berbahaya 179  
laporan penelitian 174  
limbah 245  
lintasan 141  
lisosom 206  
lumut 198  
lup 165

## M

massa jenis 65, 66, 67, 68, 69, 96  
melebur 65  
membeku 65, 87  
membran sel 205  
mengembun 64  
mengukur 5  
meniskus 62, 63  
menyublim 83  
meristem 208  
metaloid 40  
metode ilmiah 171  
migrasi 236  
mikroskop 165, 171  
mikrometer sekrup 13  
mistar 12  
mitokondria 205  
mollusca 200  
monera 195  
monokotil 199  
mortalitas 236  
musschenbroek 70  
mutualisme 227

## N

nama ilmiah 201  
natalitas 235  
neraca 14  
neuron 208  
nisia 218  
nukleus 205

## O

observasi 167  
oksidasi biologis 187  
organ 210  
organisasi kehidupan 204  
otot 207

## P

paku 198  
pangan 241

parasitisme 227  
parenkim 208  
pelarutan 118, 131  
pelestarian alam 229  
penafsiran data 170  
pencemaran 244  
pencemaran air 245  
pencemaran tanah 246  
pencemaran udara 248  
penelitian ilmiah 172  
pengamatan 167  
pengamatan gejala alam 164  
pengelangan 77, 96  
pengelompokan data 170  
penghijauan 249  
pengisi termometer 18  
pengolahan data 173  
pengukuran 12  
pengukuran 6  
pengukuran massa 14  
pengukuran panjang 12  
pengukuran suhu 16  
pengukuran waktu 14  
penggunaan mikroskop 176  
pengurai 218  
penyajian data 168  
perbesaran mikroskop 176  
percepatan 148  
perpindahan 142  
pertumbuhan penduduk 235  
pH 30, 31, 36, 52  
pH meter 165  
piramida makanan 226  
plantae 197  
plastida 206  
polutan 244  
populasi 221  
porifera 199  
predasi 227  
preparat 177  
produsen 217  
protista 196  
proton 32  
protoplasma 205  
protozoa 196

## R

radiasi 94, 95, 96  
rantai makanan 224  
reamur 20  
reproduksi 190  
residu 109  
retikulum endoplasma 205  
rhizopoda 196  
ribosom 205  
rol meter 12  
rumus empiris 47  
rumus molekul 47

## S

satuan 6  
satuan internasional 7  
saraf 208  
sel 204  
semilogam 39, 40  
sentrifugasi 109  
sikap ilmiah 167  
simbiosis 227  
sistem Inggris 8  
sistem metrik 8  
sistem organ 211  
skala suhu 19  
sklerenkim 209  
solute 39  
solven 39  
spermatophyta 199  
sporozoa 196  
stainless steel 106  
stopwatch 14  
sublimasi 111  
suhu 14, 15  
suhu optimum 219  
suksesi 223  
suspensi 49, 52, 109

## T

takson 202  
taksonomi 192  
taman laut 230  
taman nasional 229  
termometer sederhana 17  
termos 95, 96  
termostat 77, 96  
teropong 164  
ticker timer 146, 151, 152  
titik acuan 141  
transmigrasi 236  
tumbuh 191  
turbidity 104

## U

unsur 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43,  
44, 45, 47, 49, 50, 51, 52  
urbanisasi 236

## V

vakuola 206  
variabel 173  
variasi 192  
vermes 200  
vertebrata 201  
viskositas 104

## X

xilem 208



# Ilmu Pengetahuan Alam 1



Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan ilmu yang mempelajari tentang alam sekitar secara sistematis melalui penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep atau prinsip-prinsip, dan hal-hal yang penting dengan suatu proses penemuan.

Bagaimana langkah kamu sebagai siswa untuk menguasai fakta, konsep, dan prinsip tersebut?

Buku ini akan membantumu mencapai hal tersebut. Selain itu, buku ini juga akan membantumu mempelajari dirimu sendiri dan alam sekitarmu.

Beberapa kompetensi pembelajaran yang berkaitan dengan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dapat kamu temukan, yaitu sebagai berikut.

- Prosedur ilmiah untuk mempelajari benda-benda alam dengan menggunakan peralatan.
- Klasifikasi zat.
- Wujud zat dan perubahannya.
- Berbagai sifat dalam perubahan fisika dan kimia.
- Gejala-gejala alam.
- Keanekaragaman makhluk hidup.
- Saling ketergantungan dalam ekosistem.
- Kepadatan penduduk dan permasalahannya.

Semua pembelajaran tersebut disajikan secara inkuiri ilmiah (*scientific inquiry*) yang memberikan pengalaman belajar secara langsung kepada kamu melalui penggunaan dan pengembangan keterampilan proses dan sikap ilmiah.

ISBN 979-462-967-7

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 34 Tahun 2008 tanggal 20 Juli tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 16.637,-